

Научная статья

УДК 636.52/.58.087.8-053.2:636.5.085.2

doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-38-45

Различие в переваримости и усвоении питательных веществ рациона цыплят-бройлеров с кормовой добавкой фитобиотика и пребиотика

Александр Александрович Овчинников^{✉1}, Татьяна Анатольевна Шепелева²,
Наталья Дмитриевна Яптик³

Южно-Уральский государственный аграрный университет, улица имени Ю. А. Гагарина, 13,
Троицк, Россия, 457100

^{✉1}ovchin@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>

²tanya.chepeleva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9880-3693>

³tvi_t@mail.ru@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3578-1882>

Аннотация. Изучение переваримости и использования питательных веществ рациона цыплят-бройлеров при совместной добавке травы цикория в дозе 70 мг/кг массы тела и молочной кислоты из расчета 0,5 мл/кг корма показало, что наилучшие результаты получены при их совместном применении. В возрасте трех недель у птицы данной группы переваримость сырого протеина была выше на 1,33%, сырого жира – на 4,92%, в шесть недель – на 2,37% и 5,38%. В результате чего в организме птицы отложение азота в трехнедельном возрасте превышало контрольную группу на 17,8% при добавке одного цикория, на 11,4% в группе с одной молочной кислотой и на 21,6% при их совместном использовании, в шестинедельном – на 5,9%, 4,5 и 8,0% соответственно. На протяжении всего периода выращивания бройлеров у птицы опытных групп отмечена положительная тенденция усвоения кальция и фосфора из рациона кормления. При совместном использовании цикория с молочной кислотой наблюдается наибольшее усвоение в организме цинка, кобальта и марганца, а также хрома, что указывает на повышение функциональной активности поджелудочной железы и белок синтетической функции печени. Положительная динамика увеличения усвоения железа и меди у птицы опытных групп объясняет более высокий эритропоэз и рост числа эритроцитов в единице объема крови.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка фитобиотика и пребиотика, переваримость и усвоение питательных веществ, баланс азота

Для цитирования. Овчинников А. А., Шепелева Т. А., Яптик Н. Д. Различие в переваримости и усвоении питательных веществ рациона цыплят-бройлеров с кормовой добавкой фитобиотика и пребиотика // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3(45). С. 38–45. doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-38-45

Original article

Differences in digestibility and assimilation of nutrients in the diet of broiler chickens with a feed additive of phytobiotic and prebiotic

Alexander A. Ovchinnikov^{✉1}, Tatyana A. Shepeleva², Natalya D. Yaptik³

South Ural State Agrarian University, 13 Yu. A. Gagarin Street, Troitsk, Russia, 457100

^{✉1}ovchin@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>

²tanya.chepeleva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9880-3693>

³tvi_t@mail.ru@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3578-1882>

Abstract. The study of digestibility and utilization of nutrients in the diet of broiler chickens with the combined addition of chicory grass at a dose of 70 mg/kg of body weight and lactic acid at a rate of 0.5 ml/kg of feed showed that the best results were obtained with their combined use. At the age of three weeks, the digestibility of crude protein in this group of birds was higher by 1.33%, crude fat – by 4.92%, at six weeks – by 2.37% and 5.38%. As a result, nitrogen deposition in the bird's body at the age of three weeks exceeded the control group by 17.8% with the addition of chicory alone, by 11.4% in the group with lactic acid alone and by 21.6% with their combined use, at six weeks – by 5.9%, 4.5 and 8.0%, respectively. Throughout the entire period of broiler rearing, the birds of the experimental groups showed a positive trend in the absorption of calcium and phosphorus from the diet. When using chicory with lactic acid together, the greatest absorption of zinc, cobalt and manganese, as well as chromium, is observed in the body, indicating an increase in the functional activity of the pancreas and protein synthetic function of the liver. The positive dynamics of increasing iron and copper absorption in the birds of the experimental groups explains higher erythropoiesis and an increase in the number of erythrocytes per unit of blood volume.

Keywords: broiler chickens, phytobiotic and prebiotic feed additive, nutrient digestibility and absorption, nitrogen balance.

For citation. Ovchinnikov A.A., Shepeleva T.A., Yaptik N.D. Differences in digestibility and assimilation of nutrients in the diet of broiler chickens with a feed additive of phytobiotic and prebiotic. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;3(45):38–45. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-38-45

Введение. В процессе филогенетического развития растительный мир приобрел возможность синтезировать в клетке многие биологически активные вещества, позволяющие использовать тот или иной вид растения в качестве ценного источника органических и органико-минеральных биологически активных комплексов, которые, попадая в организм животного, воздействуют на переваримость и усвояемость питательных веществ, стимулируют межклеточный обмен, повышают защитные силы организма [1–3].

Видовой состав фитобиотиков, обладающих широким спектром лечебного действия на живой организм, очень разнообразен. В каждой природно-климатической зоне имеется свой перечень лекарственных растений. Ограниченность их применения в эпоху доминирования антибиотиков как панацеи от всех болезней отодвинуло фитотерапию на второй план, но требования к производителю сельскохозяйственной продукции производить чистую в санитарном отношении продукцию заставляют вновь вернуться к широкому использованию лекарственных растений для профилактики и лечения многих заболеваний не заразной этиологии [4–6].

Фитобиотики хорошо совместимы со многими другими биологически активными добавками, в том числе и с пребиотиками, к группе которых относится и молочная ки-

слота, присутствующая в метаболическом цикле в каждом живом организме.

Цель исследования – сравнить переваримость и использование питательных веществ рациона цыплят-бройлеров при включении в рацион травы цикория и молочной кислоты.

Материал, методы и объекты исследования. Работа выполнена на агропромышленном холдинге Челябинской области ООО «Магнитогорская мясоперерабатывающая компания» на четырех группах цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», по 35 голов в каждой клетке. Основным кормом для всех групп являлся полнорационный комбикорм ПК-5 и ПК-6, которые скармливали в четыре периода выращивания птицы: 0-14 сут. и 15-24 сут. (ПК-5), 25-34 сут. и 35-42 сут. (ПК-6). Каждый рецепт комбикорма отличался концентрацией питательных веществ и вводом испытываемой кормовой добавки. Для цыплят-бройлеров I опытной группы в комбикорм вводили цикорий из расчета 70 мг/кг массы тела птицы, II опытной – молочную кислоту в дозе 0,5 мл/кг корма, III опытной группы – обе кормовые добавки в тех же дозировках. Из сухой травы цикория предварительно получали 5,0% отвар, молочную кислоту разводили до 2,0% концентрации, которые наносили на комбикорм методом напыления с последующим высушиванием до исходной влажности. Норма расхода цикория и молоч-

ной кислоты контролировалась исходя из живой массы птицы по результатам еженедельных индивидуальных контрольных взвешиваний всего поголовья. В процессе выращивания птицы было проведено два балансовых опыта в возрасте трех и шести недель, в ходе которых изучалось потребление корма, переваримость минеральной и органической части. Исследования минерального состава кормов и биологического материала были выполнены на атомно-абсорбционном спектрофотометре в межкафедральной лаборатории института ветеринарной медицины, общий зоотехнический анализ на оборудовании фирмы «Velp». При проведении научных исследований руководствовались методическими рекомендациями ВНИТИП по постановке и проведению зоотехнических и физиологических опытов.

Обработка материала проводилась на персональном компьютере, достоверной считалась разница при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования. Степень переваримости и усвоения питательных веществ комбикорма сельскохозяйственной птицы во многом зависит от состава и соотношения кормов в рецептуре, а также включения в нее биологически активных веществ бактериального, пребиотического, ферментативного и минерально-витаминного состава. На этом фоне изучаемые кормовые до-

бавки могут проявить как синергический, так и антагонистический эффект. На основании ранее проведенных исследований на кроссе «Смена 9» и комбикорме того предприятия [7] нами не было установлено отрицательного результата от использования в рационе цыплят-бройлеров цикория и определена его оптимальная норма ввода – 70 мг/кг массы тела. Апробация данной дозировки на кроссе «Росс-308» в промышленных условиях показала, что цикорий отдельно и совместно с молочной кислотой в большей степени стимулировали рост и развитие птицы. По итогам контрольного взвешивания цыплят-бройлеров в возрасте 42 суток живая масса контрольной группы была на уровне 2874,46 г, в I опытной – 3037,94 г, во II опытной – 2957,67 г, в III опытной группе – 3071,50 г. Данное различие можно объяснить по результатам балансовых опытов, проведенных в разный возрастной период птицы.

Определение переваримости питательных веществ рациона бройлеров в трехнедельном возрасте показало (рис. 1), что изучаемые кормовые добавки повысили переваримость сырого протеина и сырого жира корма. При этом разница с контрольной группой составила по сырому протеину в I опытной – 0,6%, во II – 0,78% и в III – опытной группе – 1,33%, по сырому жиру – 3,31%, 4,20 и 4,92% соответственно.

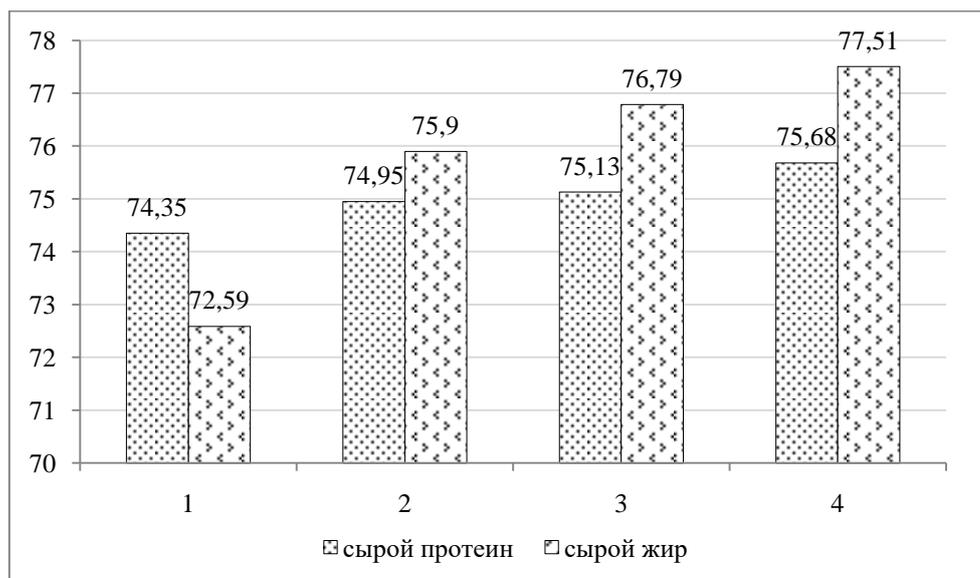


Рисунок 1. Коэффициенты переваримости сырого протеина и сырого жира рациона цыплят-бройлеров, %

Figure 1. Digestibility coefficients of crude protein and crude fat in the diet of broiler chickens, %

В переваримости сырой клетчатки наблюдается тенденция ее повышения у птицы опытных групп в сравнении с контрольной на 1,27-3,05%, а по группе БЭВ отмечена достоверная разница на 3,95% ($P \leq 0,001$) во II и на 5,45% ($P \leq 0,05$) – в III опытной группе.

Поведенный расчет баланса азота в организме цыплят-бройлеров в данный возрастной период свидетельствует (рис. 2), что при одинаковом его потреблении наименьшие потери с пометом отмечены у птицы I и III

опытной группы. В результате чего отложение в теле азота у бройлеров I опытной группы превосходило контрольную на 0,33 г, II опытной – на 0,21 г и III опытной группы – на 0,40 г ($P \leq 0,001$), или на 17,8%, 11,4 и 21,6%.

В заключительный период выращивания цыплят-бройлеров в их организме в переваримости сырого протеина и сырого жира наблюдалась аналогичная закономерность, что и предыдущий возрастной период (рис. 3).

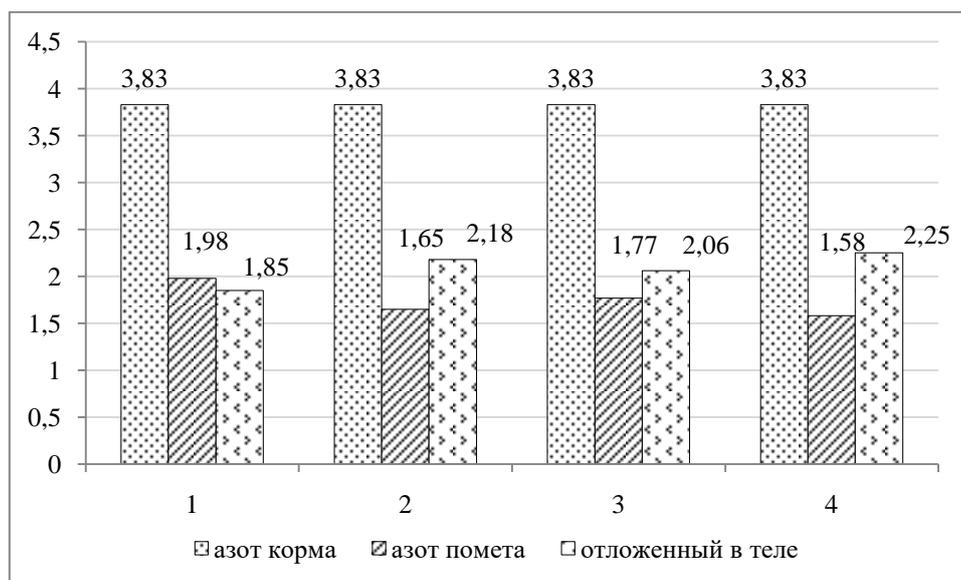


Рисунок 2. Баланс азота в организме цыплят-бройлеров, г/гол. в сутки
Figure 2. Nitrogen balance in the body of broiler chickens, g/head per day

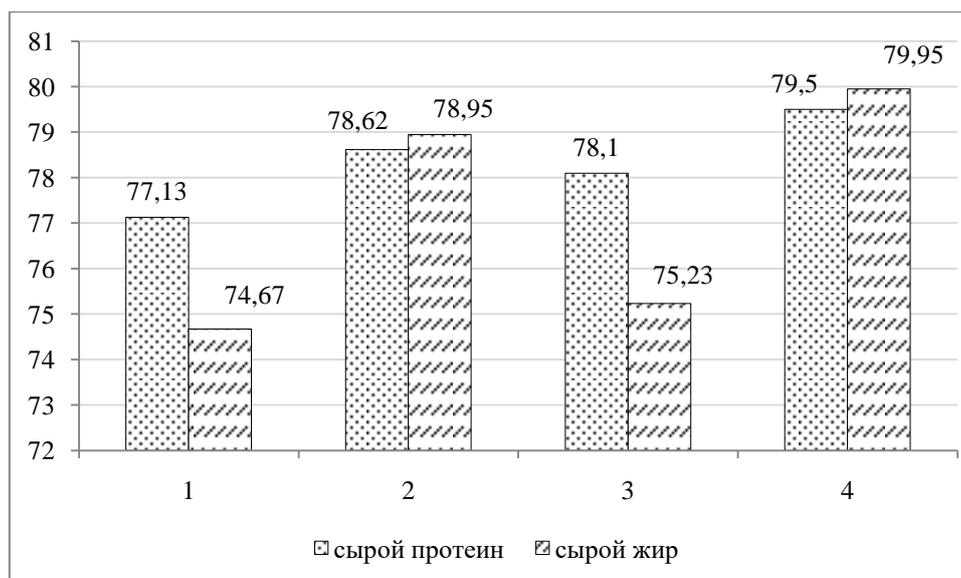


Рисунок 3. Коэффициенты переваримости сырого протеина и сырого жира рациона цыплят-бройлеров, %
Figure 3. Digestibility coefficients of crude protein and crude fat in the diet of broiler chickens, %

Птица, получавшая в рационе цикорий, имела выше переваримость сырого протеина на 1,49%, жира – на 4,28%, совместно цикорий с молочной кислотой – на 2,37 и 5,28% соответственно. Испытуемые кормовые добавки увеличили переваримость сырой клетчатки рациона птицы I опытной группы на 2,02%, II – на 1,36% и III опытной группы - на 2,58%. Менее выраженное различие на-

блюдалось между контрольной и опытными группами в переваримости БЭВ.

Снижение потерь азота с непереваженными каловыми массами и мочевой кислотой у бройлеров I и III опытной группы обеспечило его среднесуточное отложение в теле на уровне 3,97 г и 4,05 г (рис. 4), что превосходило контрольную группу на 5,9 и 8,0% ($P \leq 0,001$).

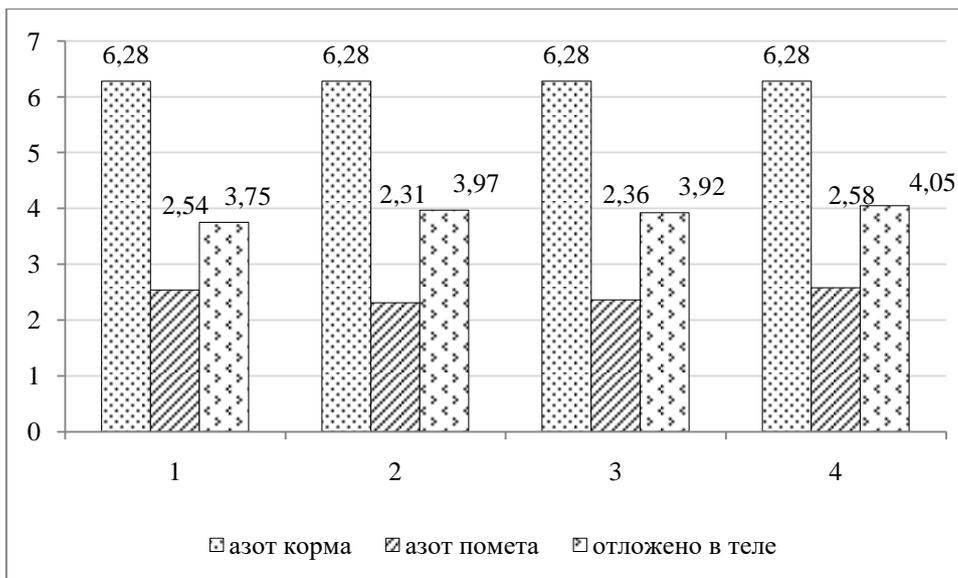


Рисунок 4. Баланс азота в организме цыплят-бройлеров в шестинедельном возрасте, г/гол. в сутки

Figure 4. Nitrogen balance in the body of broiler chickens at six weeks of age, g/head per day

Обе кормовые добавки при разном их использовании не оказали отрицательного влияния на усвоение в организме кальция и фосфора. Их ретенция в теле птицы в трехнедельном возрасте составила 0,52-0,61 г ($P \leq 0,01$) кальция и 0,36-0,39 г фосфора, в шестинедельном возрасте – 0,84-0,90 г и 0,61-0,66 г соответственно.

Уровень течения обменных процессов в организме интенсивно растущей птицы во много зависит от обеспеченности ее потребности в биогенных элементах питания. На основании расчета усвоения отдельных микроэлементов рациона цыплят-бройлеров (табл. 1) можно отметить, что цикорий, как отдельно, так и совместно с молочной кислотой, в большей степени активизирует белок синтетическую функцию печени, в метаболических процессах которой задействованы такие нутриенты, как марганец, кобальт.

В то же время повышенная потребность организма птицы в цинке и хrome подтверждает увеличенную ферментативную активность поджелудочной железы в вопросе секреции амилазы и липазы, направленных на переваривание углеводов и липидов рациона. Совокупное повышение меди и железа у птицы опытных групп в сравнении с контрольной благоприятно отразилось на содержании гемоглобина и уровне эритроцитов в крови. Это подтвердили проведенные гематологические исследования в данные возрастные периоды выращивания птицы.

Полученные нами данные подтверждают и согласуются с ранее проведенными исследованиями В. И. Фисинина др. [8], И. А. Егорова и др. [9], установивших, что степень активности поджелудочной железы у гибридов кросса «Смена 8» и ремонтного молодняка материнских линий повышается под влиянием включения в рацион птицы фитобиотика

Профорт. Активность амилазы поджелудочной железы в данных группах была выше контрольной 27,4 и 15,8%, трипсина в плазме крови – на 41,4 и 31,4%, липазы – на 35,3 и 31,0%. Включение в рацион цыплят-бройлеров коры дуба в дозе 1,0 г/кг корма в исследованиях Ш. Г. Рахматуллина и др. [10],

в сравнении с дозировками 2,0 и 3,0 г/кг, в лучшей степени отразилось на переваримости и использовании органической части корма рациона бройлеров. В результате чего предубойная живая масса птицы была выше контрольной на 1,99%, а также других опытных групп.

Таблица 1. Усвоения отдельных биогенных элементов питания рациона цыплят-бройлеров, %
Table 1. Assimilation of individual biogenic nutritional elements in the diet of broiler chickens, %

Элемент	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
	возраст три недели			
Fe	52,41±1,75	48,75±2,98	49,72±2,63	50,19±2,46
Cu	8,58±1,46	13,12±1,49	13,03±1,70	13,85±2,72
Zn	4,87±0,65	5,78±1,57	4,63±0,79	7,09±2,08
Co	4,79±2,25	9,46±4,35	7,72±1,03	9,69±1,03
Mn	3,10±0,87	8,03±1,61*	5,71±1,83	7,69±0,84*
Cr	10,27±0,52	11,87±2,98	16,07±1,91	14,42±1,32
	возраст шесть недель			
Fe	56,92±1,58	56,87±1,52	58,26±2,14	61,59±2,54
Cu	9,77±0,60	11,45±0,81	16,34±1,61**	13,15±1,72
Zn	6,03±1,03	7,61±0,93	8,87±0,32	8,02±0,41
Co	5,92±1,76	8,24±0,97	8,30±0,74	8,06±1,29
Mn	4,60±1,21	7,96±0,60*	6,40±0,52	6,58±0,76
Cr	7,34±0,74	12,87±1,62*	10,62±1,33	12,56±2,05*

* – P≤0,05.

Выводы. Использование кормовой добавки травы цикория в рационе цыплят-бройлеров наиболее эффективно при совмещении с молочной кислотой и положительно

отражается на переваримости и усвоении питательных веществ рациона в течение всего периода выращивания птицы.

Список литературы

1. Остапчук П. С., Зубоченко Д. В., Куевда Т. А. Роль антиоксидантов и использование их в животноводстве и птицеводстве (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20(2). С. 103–117. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.103-117. EDN: FUFQGF
2. Система антиоксидантной защиты: регуляция метаболических процессов, генетические детерминанты, методы определения / О. А. Никитина, М. А. Даренская, Н. В. Семёнова, Л. И. Колесникова // Сибирский научный медицинский журнал. 2022. № 42(3). С. 4–17. DOI: 10.18699/SSMJ20220301. EDN: SHHAVE
3. Ларинова Ю. С., Маликова Н. А. Вторичные метаболиты лекарственных растений // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2022. № 6. С. 138–141. EDN: XHSKWQ
4. Казачкова Н. М. Использование природных антибиотиков в рационе сельскохозяйственных животных и птицы // Инновационные технологии в образовании и науке: мат. междунар. науч.-практ. конф. Чувашского ГАУ. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 14–16.
5. Васильева О. А., Нуфер А. И., Шацких Е. В. Альтернативные пути замены кормовых антибиотиков // Эффективное животноводство. 2019. № 4. С. 13–15. EDN: UMPJMD

6. Петруша Ю. К., Лебедев С. В., Гречкина В. В. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственной птицы (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 1. С. 103–118. DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-103. EDN: PBSHUZ
7. Яптик Н. Д. Гематологические показатели крови лабораторных животных при добавке в рацион фитобиотика // Идеи молодых ученых – агропромышленному комплексу: мат. междунар. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Института ветеринарной медицины. Челябинск: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2024. С. 294–298.
8. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе / В. И. Фисинин, И. А. Егоров, В. Г. Вертипрахов, А. А. Грозина, Т. Н. Ленкова, В. А. Манукян, Т. А. Егорова // Сельскохозяйственная биология. 2017. № 6. С. 1226–1233.
9. Использование комплексного фитобиотика в комбикормах для молодняка СПЦ «Смена» / И. А. Егоров, Т. Н. Ленкова, В. Г. Вертипрахов, В. А. Манукян, Т. А. Егорова, А. А. Грозина, В. С. Свиткин, Г. Ю. Лаптев, Н. И. Новикова, И. Н. Никонов // Птицеводство. 2017. № 12. С. 15–19. EDN: ZXLA AF
10. Рахматуллин Ш. Г., Нуржанов Б. С., Дускаев Г. К. Влияние различных доз растительного экстракта на переваримость рациона, убойные показатели, конверсию веществ в съедобную часть тушки птицы // Вестник Красноярского ГАУ. 2023. № 8. С. 149–157. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-149-157.

References

1. Ostapchuk P.S., Zubochenko D.V., Kuevda T.A. The role of antioxidants and their use in animal husbandry and poultry farming (review). *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of Euro-North-East]. 2019;20(2):103–117. (In Russ.). DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.2.103-117. EDN: FUFQGF
2. Nikitina O.A., Darenskaya M.A., Semenova N.V., Kolesnikova L.I. Antioxidant defense system: regulation of metabolic processes, genetic determinants, methods of determination. *Siberian scientific medical journal*. 2022;42(3): 4–17. (In Russ.). DOI: 10.18699/SSMJ20220301. EDN: SHHAVE
3. Larikova Yu.S., Malikova N.A. Secondary metabolites of medicinal plants. *Meditsina. Sotsiologiya. Filosofiya. Prikladnyye issledovaniya*. 2022;(6):138–141. (In Russ.) EDN: XHSKWQ
4. Kazachkova N.M. Use of natural antibiotics in the diet of farm animals and poultry. *Innovatsionnyye tekhnologii v obrazovanii i nauke: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Chuvashskogo GAU* [Innovative technologies in education and science: proc. int. scientific-practical. conf. Chuvashia SAU]. Cheboksary: TSNS "Interaktiv plyus", 2017. Pp. 14–16. (In Russ.). EDN: YOFIDZ
5. Vasilyeva O.A., Nufer A.I., Shatskikh E.V. Alternative ways to replace feed antibiotics. *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2019;(4):13–15. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-103. EDN: UMPJMD
6. Petrushka Yu.K., Lebedev S.V., Grechkina V.V. Phytobiotics in feeding agricultural poultry (review). *Animal husbandry and fodder production*. 2022;105(1):103–118. (In Russ.). DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-103. EDN: PBSHUZ
7. Yaptik N.D. Hematological parameters of the blood of laboratory animals with the addition of phytobiotics to the diet. *Idei molodykh uchenykh – agropromyshlennomu kompleksu: mat. mezhdunar. nauchno-praktich. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh Instituta veterinarnoy meditsiny* [Ideas of young scientists – to the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists of the Institute of Veterinary Medicine. Chelyabinsk: FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU, 2024. Pp. 294–298. (In Russ.)
8. Fisinin V.I. [et al.]. Activity of digestive enzymes in duodenal chyme and blood plasma of original lines and hybrids of meat chickens when using biologically active additives in the diet. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* [Agricultural Biology]. 2017;(6):1226–1233. (In Russ.).
9. Egorov I.A. [et al.]. Use of complex phytobiotic in compound feed for young animals of the Smena Agricultural Center. *Ptitsyevodstvo*. 2017;(12):15–19. (In Russ.). EDN: ZXLA AF
10. Rakhmatullin Sh.G., Nurzhanov B.S., Duskaev G.K. Effect of different doses of plant extract on diet digestibility, slaughter indicators, conversion of substances into the edible part of the poultry carcass. *Bulletin of KrasSAU*. 2023;(8):149–157. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-8-149-157

Сведения об авторах

Овчинников Александр Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5382-8651

Шепелева Татьяна Анатольевна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры птицеводства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 9722-7986

Яптик Наталья Дмитриевна – аспирант кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5602-5918

Information about authors

Alexander A. Ovchinnikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, South Ural State Agrarian University, SPIN-code: 5382-8651

Tatyana A. Shepeleva – Candidate of veterinary sciences, associate professor of the poultry farming department, South Ural State Agrarian University, SPIN-code: 9722-7986

Natalya D. Yaptik – Postgraduate student of the department of feeding, animal hygiene, technology of production and processing of agricultural products, South Ural State Agrarian University, SPIN-code: 5602-5918

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors were directly involved into the planning, execution and analysis of this study. All authors of this article have read and approved the submitted final version.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

*Статья поступила в редакцию 12.08.2024;
одобрена после рецензирования 02.09.2024;
принята к публикации 11.09.2024.*

*The article was submitted 12.08.2024;
approved after reviewing 02.09.2024;
accepted for publication 11.09.2024.*