

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ**ANIMAL BREEDING AND VETERINARY**

Научная статья

УДК 636.082.474:636.084

EDN KPGTEM

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-2-63-71>

Особенности обмена энергии в организме цыплят-бройлеров при использовании в рационе фитопребиотической добавки

Александр Александрович Овчинников¹, Артем Сергеевич Мокин²

^{1, 2} Южно-Уральский государственный аграрный университет

Челябинская область, Троицк, Россия

¹ ovchin@bk.ru

Аннотация. Установлено, что фитобиотик, полученный из коры осины в виде отвара, и водный раствор молочной кислоты, нанесенный на суточную норму комбикорма, оказали неодинаковое влияние на пищеварительную функцию цыплят-бройлеров. Экспериментально подтверждено, что фитобиотик не оказал положительного влияния на переваримость питательных веществ корма на протяжении всего периода выращивания птицы. Доказано, что молочная кислота, введенная в рацион бройлеров путем нанесения на корм, отдельно и в комплексе с фитобиотиком проявила стимулирующее влияние на переваримость органической части корма. Обоснована наибольшая разница в переваримости сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки в шестинедельном возрасте цыплят-бройлеров в сравнении с трехнедельным. Проведенный расчет баланса энергии в организме птицы показал, что выше всего поступление обменной энергии рациона в организме бройлеров наблюдалось в группе с комплексной добавкой фитобиотика с пребиотиком на завершающем этапе их выращивания. Она больше расходовалась на образование продукции и меньше на поддержание жизненных процессов. Подтверждено, что фитобиотик в отдельности снизил уровень обменной и продуктивной энергии рациона в трехнедельном возрасте бройлеров с последующим увеличением к завершению выращивания. При этом пребиотик в качестве кормовой добавки проявляет выше эффект использования энергии корма интенсивно растущей птицы мясного направления продуктивности в сравнении с одним фитобиотиком. Рекомендовано использовать фитопребиотическую кормовую добавку в рационе птицы мясного направления продуктивности, повышающую переваримость питательных веществ рациона и продуктивную энергию корма.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, фитобиотик, пребиотик, переваримость питательных веществ корма, баланс энергии

Для цитирования: Овчинников А. А., Мокин А. С. Особенности обмена энергии в организме цыплят-бройлеров при использовании в рационе фитопребиотической добавки // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 2. С. 63–71. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-2-63-71>.

Original article

Energy metabolism features of broiler chickens when using a phytoprebiotic supplement in the diet

Alexander A. Ovchinnikov¹, Artem S. Mokin²

^{1, 2} South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk region, Troitsk, Russian Federation

¹ ovchin@bk.ru

Abstract. It was found that the phytobiotic obtained from aspen bark in the form of a decoction and an aqueous solution of lactic acid applied to the daily rate of compound feed for broiler chickens had different effects on the digestive function of broiler chickens. It was experimentally confirmed that the phytobiotic did not have a positive effect on the digestibility of feed nutrients throughout the entire period of bird rearing. It was proven that lactic acid introduced into the broiler diet by applying to feed, separately and in combination with the phytobiotic, showed a stimulating effect on the digestibility of the organic part of the feed. The greatest difference in the digestibility of crude protein, crude fat and crude fiber in six-week-old broiler chickens compared to three-week-old ones was substantiated. The calculation of the energy balance in the bird's body showed that the highest intake of exchange energy of the diet in the broiler body was observed in the group with a complex additive of phytobiotic with prebiotic at the final stage of their growth. It was spent more on the formation of products, less on maintaining vital processes. It was confirmed that the phytobiotic alone reduced the level of exchange and productive energy of the diet at the age of three weeks of broilers with a subsequent increase by the end of growth. At the same time, the prebiotic as a feed additive exhibits a higher effect of using the energy of the feed of intensively growing poultry of the meat direction of productivity in comparison with one phytobiotic. It is recommended to use the phytoprebiotic feed additive in the diet of poultry of the meat direction of productivity, increasing the digestibility of nutrients of the diet and the productive energy of the feed.

Keywords: broiler chickens, feed additive, phytobiotic, prebiotic, digestibility of feed nutrients, energy balance

For citation: Ovchinnikov A. A., Mokin A. S. Energy metabolism features of broiler chickens when using a phytoprebiotic supplement in the diet. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19:2:63–71. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-2-63-71>.

Введение. Рост и развитие сельскохозяйственных животных и птицы происходит за счет поступления в организм белков, жиров и углеводов растительного корма в течение всего постнатального периода. Они формируют общую энергетическую питательность рациона, соответствующую норме кормления с учетом вида животного, породы и кросса птицы.

В число рекомендуемых и обязательных компонентов комбикорма сельскохозяйственной птицы входят различные добавки, обеспечивающие физиологическую потребность организма в витаминах, макро- и микроэлементах, профилактирующие кормовые микотоксикозы, нормализующие бактериальный состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта, обеспечивающие оптимальную реакцию среды, благоприятной для полезной микрофлоры. Такие биологически активные комплексы стимулируют переваривание органической и усвоение минеральной части комбикорма, повышают защиту организма и сохранность поголовья, снижают затраты корма [1–6].

Однако промышленная технология требует учитывать и такой фактор, как профилактика и при необходимости ле-

чение большого организма от многих бактериальных инфекций, сопутствующих и возникающих в результате мутации условно-патогенной микрофлоры в организме всех половозрастных групп птицы. Антибактериальные добавки в рационе повышают сохранность поголовья, но при этом отрицательно влияют на микробиом кишечника, кумулируются в тканях и органах, снижают качество производимой продукции, наносят вред здоровью человека.

Накопленный вековой опыт применения лекарственных средств растительного происхождения является основной альтернативой современной антибиотикотерапии. При этом в каждом регионе Российской Федерации имеется свой перечень районированных фитобиотиков, который расширяется с каждым годом. Применение фитогенников экономически выгодно, безопасно для организма и позволяет расширить ассортимент диетического и детского питания [7–10].

К группе малоизученных фитобиотиков, применяемых в животноводстве, но широко используемых в медицине, относится кора осины. В естественных условиях дикие животные используют ее как лекарственное средство против гельмин-

тов, стимуляции пищеварительных процессов в организме [11, 12].

Данная кормовая добавка в рационе сельскохозяйственной птицы не изучена, особенно при совмещении ее с другими биологически активными аналогами, что и послужило основанием проведения ряда физиологических исследований на птице мясного направления продуктивности.

Целью исследований явилось сравнение степени переваримости питательных веществ рациона цыплят-бройлеров и на этом фоне состояния баланса энергии в организме птицы при использовании фитобиотика и пребиотика в составе полнорационного комбикорма.

Условия, объекты и методика исследований. В качестве объекта наблюдения были выбраны цыплята-бройлеры кросса «Росс-308» ООО «Магнитогорский птицеводческий комплекс», выращиваемые с суточного возраста в течение шести недель.

Четыре группы бройлеров, по 35 голов в каждой, получали одинаковый рацион кормления, представленный полнорационными комбикормами ПК-5 и ПК-6, сбалансированный по всем элементам питания в соответствии с требованиями кросса.

Ежесуточно птица I опытной группы дополнительно получала кору осины из расчета 40 мг/кг массы тела; II опытной группы – молочную кислоту в дозе, составляющей 0,50 мл/кг корма; III опытной группы – обе добавки в тех же дозировках.

При этом кора осины в виде 5-процентного водного отвара и 2-процентный водный раствор молочной кислоты предварительно наносились на суточную норму комбикорма и высушивались до постоянного веса. Раздача корма контролировалась согласно программы кормления с учетом рекомендаций по динамике роста данного кросса.

При достижении птицей трех- и шестинедельного возраста был проведен балансовый опыт по определению переваримости органической части корма. Полученные данные использованы для расчета обменной энергии рациона. Валовая энергия рациона цыплят-бройлеров была рассчитана по химическому составу комбикорма и уравнениям регрессии.

Материал физиологических исследований обработан биометрически, достоверная разница определялась по таблице Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. В период выращивания цыплят-бройлеров на переваримость питательных веществ рациона большое влияние имеет концентрация нормируемых показателей в единице корма. По технологии на предприятии весь постнатальный период разделен на четыре срока со своей рецептурой комбикорма:

- 1–10 сут. с комбикормом ПК-5-1;
- 11–24 сут. с комбикормом ПК-5-2;
- 25–34 сут. с комбикормом ПК-6-1;
- 35–42 сут. с комбикормом ПК-6-2.

Физиологические опыты, проведенные в период интенсивного роста птицы и на заключительном этапе, имели следующую концентрацию питательных веществ: сырого протеина – 20,05 и 20,08 %; сырого жира – 4,63 и 5,59 %; сырой клетчатки – 3,77 и 5,0 %; БЭВ – 53,95 и 53,19 % соответственно.

Кормовая добавка в рационе цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте непосредственно отразилась на переваримости сухого и органического вещества, а в органической части корма на степени переваримости протеина, жира, клетчатки и БЭВ (рис. 1, 2).

Фитодобавка на данном этапе выращивания бройлеров снизила переваримость сухого вещества рациона птицы на 2,45 %; органического вещества – на 1,74 %. В то же время пребиотик увеличил переваримость данных показателей на 2,61 и 3,25 %, а комплексная добавка на 2,02 и 1,27 %.

В органической части корма в опытных группах отвар коры осины уменьшил переваримость сырого протеина рациона на 1,86 %; сырого жира – на 0,16 %. Молочная кислота оказала стимулирующий эффект на переваримость протеина корма и сырого жира. При этом разница с контрольной группой соответственно составила 2,69 и 6,11 %, а с группой бройлеров, получавших комплексную добавку, – 0,42 и 4,48 %.

В результате, при одинаковой энергетической ценности рациона птицы, составившей 1 774,60 кДж, обменная энергия

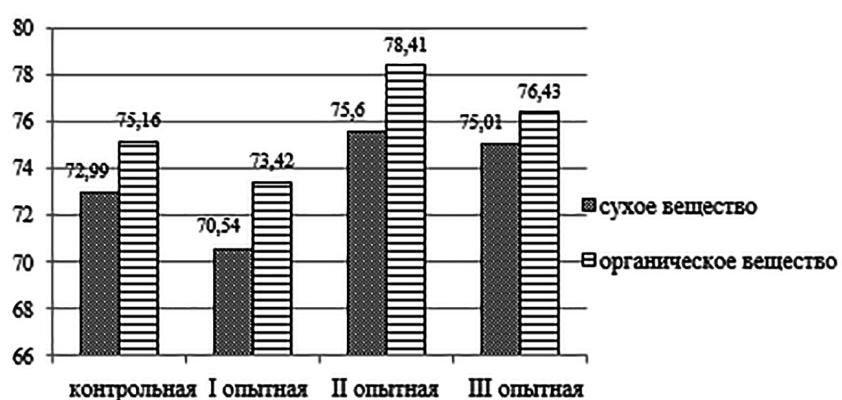


Рисунок 1 – Коэффициенты переваримости сухого и органического вещества рациона цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте, %

Figure 1 – Digestibility coefficients of dry and organic matter in the diet of three-week-old broiler chickens, %

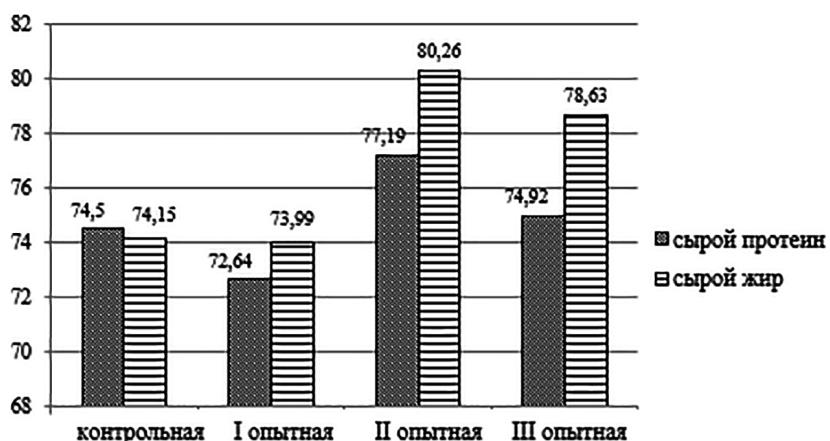


Рисунок 2 – Коэффициенты переваримости сырого протеина и сырого жира рациона цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте, %

Figure 2 – Digestibility coefficients of crude protein and crude fat in the diet of three-week-old broiler chickens, %

корма оказалась равной 73,2 % в контрольной группе; 68,6 % – в I опытной, 70,1 % – во II опытной и 72,8 % – в III опытной группе, что отражено в таблице 1.

Чистая и обменная энергия для поддержания жизни у птицы опытных групп в сравнении с контрольной имела тенденцию к снижению, что, в свою очередь, повысило обменную энергию продукции на 0,5 % в I группе; на 1,4 % во II группе и на 1,9 % в III группе.

На завершающем этапе выращивания птицы и с переходом на новый рецепт комбикорма (ПК-6-2) переваримость его питательных веществ у подопытной птицы имела различие (рис. 3).

Как и в предыдущем периоде, у птицы I опытной группы переваримость сухого вещества была ниже контрольной группы на 1,07 %, органического вещества – на 0,68 %, в то время как во II и в III группе отмечена тенденция их повышения.

В органической части корма наилучшие результаты имела последняя опытная группа (рис. 4), у которой протеин корма переваривался больше на 5,82 %, жир – на 6,41 %, клетчатка – на 4,54 % ($P \leq 0,05-0,01$).

Незначительно уступала в переваримости данных питательных веществ группа с одним пробиотиком; самое низкое различие имела группа бройлеров с фитодобавкой.

Таблица 1 – Баланс энергии в организме цыплят-бройлеров в трехнедельном возрасте
Table 1 – Energy balance in the body of three-week-old broiler chickens

В кДж/гол. в сутки (in kJ/head per day)

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Валовая энергия рациона	1 774,60±48,88	1 774,60±48,88	1 774,60±48,88	1 774,60±48,88
Обменная энергия % от валовой	1 299,04±34,85 73,2	1 216,88±62,51 68,6	1 244,79±23,27 70,1	1 291,52±25,10 72,8
Чистая энергия поддержания жизни % к обменной энергии	277,60±6,85 21,4	253,31±19,34 20,8	251,66±16,49 20,2	256,35±10,90 19,8
Обменная энергия поддержания жизни % к обменной энергии	338,67±8,36 26,1	309,04±23,60 25,4	307,03±20,12 24,7	312,74±13,30 24,2
Обменная энергия продукции % к обменной энергии	960,37±32,34 73,9	907,84±58,88 74,6	937,76±3,15 75,3	978,78±21,00 75,8

В результате, при одинаковом поступлении валовой энергии с рационом в количестве 3 106,82 кДж ее использование различалось (рис. 5).

Если в контрольной группе обменной энергии рациона от валовой было на уровне 74,0 % (2 298,59 кДж), то в I опытной она увеличилась всего лишь на 0,34 %, во II и III группе – на 1,0 и 1,4 % соответственно (2 331,16 и 2 343,36 кДж).

В свою очередь, суммарное количество чистой и обменной энергии на поддержание жизни у птицы опытных групп снизилось на 7,9 % в I группе; на 2,1 % – во

II группе и на 2,8 % – в III опытной группе, составив 1 403,94; 1 551,66 и 1 543,19 кДж соответственно.

Таким образом, обменная энергия продукции (в кДж) в контрольной группе составила всего лишь 1 430,32; в I группе – 1 537,02; во II группе – 1 478,43; в III группе – 1 495,39, что от общего количества обменной энергии рациона находилось на уровне 62,2; 66,6; 63,4 и 63,8 % соответственно.

В свою очередь, в этот возрастной период данное различие положительно отразилось на приросте живой массы

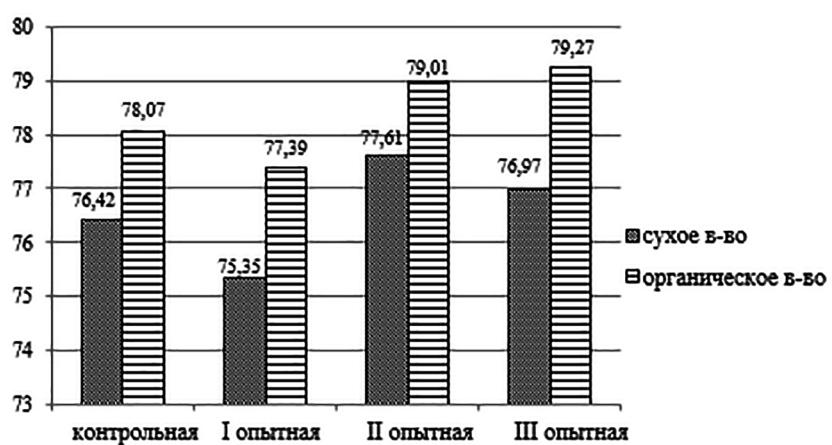


Рисунок 3 – Коеффициенты переваримости сухого и органического вещества рациона цыплят-бройлеров в шестинедельном возрасте, %

Figure 3 – Digestibility coefficients of dry and organic matter in the diet of broiler chickens at six weeks of age, %

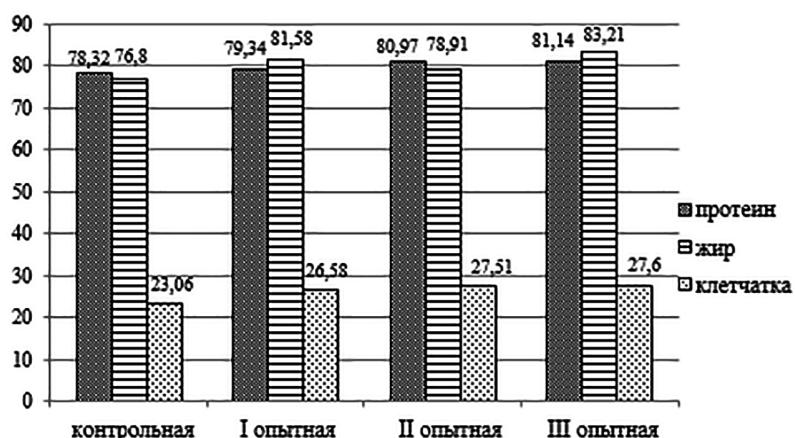


Рисунок 4 – Коэффициенты переваримости сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки рациона цыплят-бройлеров в шестинедельном возрасте, %

Figure 4 – Digestibility coefficients of crude protein, crude fat and crude fiber in the diet of broiler chickens at six weeks of age, %

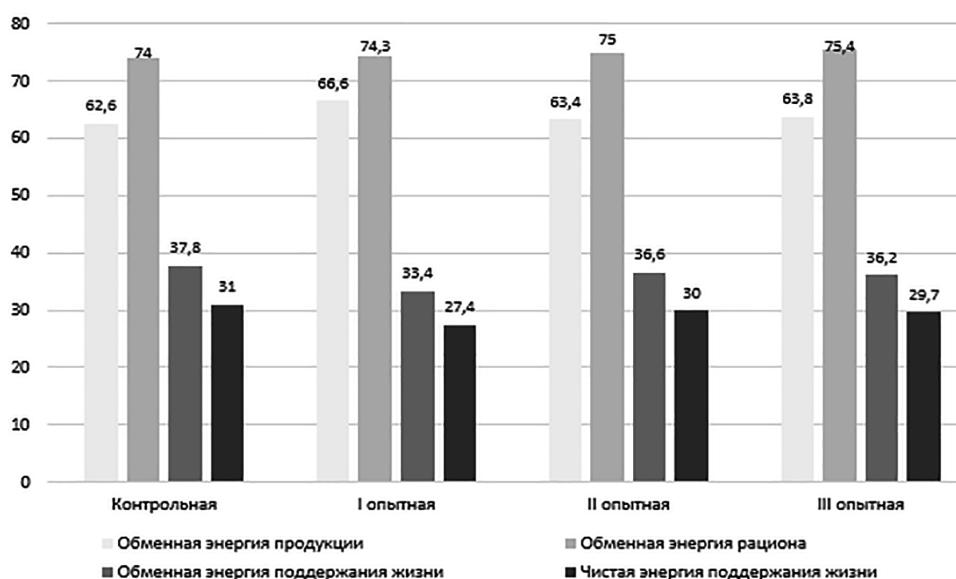


Рисунок 5 – Баланс энергии в организме цыплят-бройлеров в шестинедельном возрасте, %

Figure 5 – Energy balance in the body of broiler chickens at six weeks of age, %

бройлеров группы с кормовой добавкой фитобиотика. В меньшей степени различие затронуло аналогов цыплят, получавших отдельно пребиотик и комплексную кормовую добавку.

Полученные нами данные подтверждают и согласуются с результатами более высокой переваримости питательных веществ рациона под влиянием подкислителей, включенных в рацион цыплят-бройлеров [13, С. 50]. Фитобиотики в большинстве своем положительно

влияют на обмен веществ, ретенцию азота корма, продуктивность и сохранность поголовья [14, С. 78], но результаты проведенных нами исследований позволяют констатировать, что использование коры осины в рационе интенсивно растущей птицы целесообразно использовать в комплексе с пребиотиком.

При этом требуется учитывать ингредиенты комбикорма и концентрацию питательных веществ по периодам выращивания.

Заключение. Наибольшая переваримость питательных веществ рациона цыплят-бройлеров за период выращивания имеет место при применении комплексной кормовой добавки отвара коры осины с пребиотиком. Переваримость оказалась выше в сравнении с раздельным использованием указанных компонентов.

Комплексная кормовая добавка повышает в организме птицы уровень об-

щей обменной и продуктивной энергии рациона, снижает ее затраты на поддержание жизни.

Это позволяет нам рекомендовать фитопребиотическую кормовую добавку для использования в рационах птицы мясного направления продуктивности, что обеспечит повышение переваримости питательных веществ рациона и продуктивной энергии корма.

Список источников

1. Сычева Л. В., Юнусова О. Ю. Применение подкислителей в кормлении цыплят-бройлеров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2019. Т. 239. № 3. С. 205–209. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-205-209>. EDN IKIJRV.
2. Татьяничева О. Е., Королев А. В., Агеев Б. В. Современные подкислители в птицеводстве. СПб. : Лань, 2020. 192 с.
3. Иванищева А. П., Сизова Е. А., Яушева Е. В. Использование пребиотиков на основе олиго- и дисахаридов в птицеводстве – мини-обзор // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58. № 4. С. 609–621. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.609rus>. EDN VBJPBW.
4. Елисеева Т. А. Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных : монография. М. : Росинформагротех, 2018. 184 с.
5. Гласкович М. А., Папсуева М. И., Кочина И. В., Савицкий Д. С., Лодыга А. М. Эффективность применения в птицеводстве кормовых добавок различного механизма действия : рекомендации производству. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. 82 с. EDN JQYVTD.
6. Рязанцева К. В., Сизова Е. А., Нечитайло К. С., Кван О. В. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при скармливании ферментов в комбинации с цинком // Птицеводство. 2023. № 11. С. 41–46. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-11-41-46>. EDN AKWPYK.
7. Правдин И. В., Кисиева М. Т., Смирнова К. Л. Лечебно-профилактические фитокомплексы в животноводстве // Ветеринария. 2023. № 1. С. 34–39.
8. Дускаев Г. К., Климова Т. А. Фитохимические вещества в кормлении сельскохозяйственной птицы: перспективы использования // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 137–152. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-137>. EDN PXTYQE.
9. Taer Albino N., Posesano Georgito G., Masuhay Edilmar P. Potency of phytobiotics in herbal spices as an antimicrobial growth promoter in broiler chicken diets: a review // International Journal of Innovative Science and Research Technology. 2020. Vol. 5. Iss. 2. P. 571–579. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18558.61769>.
10. Balenovich M., Savich V., Yanetsich Z., Popovich M., Shimpraga B., Karovich-Stanko K. [и др.] Immunomoduliruyushcheye i antimikrobnoye deystviye izbrannykh trav na kurnesushek // Veterinarski Arhiv. 2018. Vol. 88. No. 5. P. 673–686. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0104>.
11. Конюхова О. М., Дегтярева К. А., Михайлова Е. Н., Пачкунов Д. М. Оценка антимикробной активности экстракта коры осины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 3 (43). С. 90–98. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2019.3.90>. EDN JUKCХН.
12. Кузнецов Б. Н., Левданский В. А., Кедрова Л. К., Еськин Л. К., Полежаева Н. И., Сафонова Л. В. [и др.]. Выделение и изучение экстрактивных продуктов коры осины // Химия растительного сырья. 1998. № 3. С. 5–12. EDN HYSSEX.
13. Крячко О. И., Лукьянкова Л. В. Современные бутиратные добавки в птицеводстве // Ветеринарная патология. 2020. № 2. С. 45–51.

14. Кисиева М. Т., Петрова И. С., Сидорова Ю. А. Оптимизация состава премиксов с фитобиотиками // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 5. С. 78–83.

References

1. Sycheva L. V., Yunusova O. Yu. Application of acidifiers in feeding broiler chickens. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N. E. Baumana*, 2019;239;3:205–209. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-239-3-205-209>. EDN IKIJRV (in Russ.).
2. Tatyanicheva O. E., Korolev A. V., Ageev B. V. *Modern acidifiers in poultry farming*. Saint-Petersburg, Lan', 2020, 192 p. (in Russ.).
3. Ivanishcheva A. P., Sizova E. A., Yausheva E. V. The use of prebiotics based on oligo- and disaccharides in poultry farming – a mini review. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2023;58;4:609–621. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.4.609rus>. EDN VBJPBW (in Russ.).
4. Eliseeva T. A. *Vitamins in feeding farm animals: monograph*. Moscow, Rosinformagrotekh, 2018, 184 p. (in Russ.).
5. Glaskovich M. A., Papsueva M. I., Kochina I. V., Savitskii D. S., Lodyga A. M. *Efficiency of using feed additives with different mechanisms of action in poultry farming: recommendations for production*. Gorki, Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2019, 82 p. EDN JQYVTD (in Russ.).
6. Ryazantseva K. V., Sizova E. A., Nechitaylo K. S., Kvan O. V. Meat productivity in broilers fed a combination of enzymes and zinc nanoparticles. *Ptitsevodstvo*, 2023;11:41–46. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-11-41-46>. EDN AKWPYK (in Russ.).
7. Pravdin I. V., Kisieva M. T., Smirnova K. L. Therapeutic and prophylactic phytocomplexes in animal husbandry. *Veterinariya*, 2023;1:34–39 (in Russ.).
8. Duskaev G. K., Klimova T. A. Phytochemicals in poultry nutrition: prospects for use. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2022;105;3:137–152. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-137>. EDN PXTYQE (in Russ.).
9. Taer Albino N., Posesano Georgito G., Masuhay Edilmar P. Potency of phytobiotics in herbal spices as an antimicrobial growth promoter in broiler chicken diets: a review. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2020;5;2:571–579. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18558.61769>.
10. Balenovich M., Savich V., Yanetsich Z., Popovich M., Shimpraga B., Karovich-Stanko K. [i dr.] Immunomoduliruyushcheye i antimikrobnoye deystviye izbrannykh trav na kur-nesushek. *Veterinarski Arhiv*, 2018;88;5:673–686. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.0104>. (in Slovenian)
11. Konukhova O. M., Degtyareva K. A., Mikhailova E. N., Pachkunov D. M. Estimation of antimicrobial activity of bark extract. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2019;3(43):90–98. <https://doi.org/10.25686/2306-2827.2019.3.90>. EDN JUKCXH (in Russ.).
12. Kuznetsov B. N., Levdanskii V. A., Kedrova L. K., Eskin L. K., Polezhaeva N. I., Safranova L. V. [et al.]. Isolation and study of aspen bark extractive products. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 1998;3:5–12. EDN HYSSEX (in Russ.).
13. Kryachko O. I., Lukyanova L. V. Modern butyrate additives in poultry farming. *Veterinarnaya patologiya*, 2020;2:45–51 (in Russ.).
14. Kisieva M. T., Petrova I. S., Sidorova Yu. A. Optimization of the composition of premixes with phytobiotics. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022;36;5:78–83 (in Russ.).

© Овчинников А. А., Мокин А. С., 2025

Статья поступила в редакцию 11.04.2025; одобрена после рецензирования 10.06.2025; принята к публикации 16.06.2025.

The article was submitted 11.04.2025; approved after reviewing 10.06.2025; accepted for publication 16.06.2025.

Информация об авторах

Овчинников Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Южно-Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>, Author ID: 119247, ovchin@bk.ru;

Мокин Артем Сергеевич, аспирант, Южно-Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3439-4792>, mokin_zxc@mail.ru

Information about the 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, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>, Author ID: 119247, ovchin@bk.ru;

Artem S. Mokin, Postgraduate Student, South Ural State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3439-4792>, mokin_zxc@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.