

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 31-43.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 31-43.

Научная статья
УДК 636.5:591.11:546.3/.9
doi: 10.33284/2658-3135-109-3-31

Влияние активированного угля на продуктивность и элементный статус цыплят-бройлеров

Олег Владимирович Иньшин¹, Елена Петровна Мирошникова²

^{1,2}Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко, Оренбург, Россия

¹oleg0_0_0@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5200-4298>

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по влиянию различных дозировок активированного угля на продуктивность, гематологические показатели, элементный статус и экономическую эффективность выращивания цыплят-бройлеров кросса «РОСС-308». В ходе эксперимента установлено, что включение в рацион активированного угля в дозе 2 г/кг корма способствует увеличению прироста живой массы, а также повышению содержания белка в мясе и снижению концентрации токсичных элементов в тканях птицы. При этом основные биохимические и гематологические показатели свидетельствовали о безопасности применения данной добавки. Полученные результаты подтверждают эффективность использования активированного угля в качестве добавки для повышения продуктивности и экологической безопасности продукции птицеводства.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, активированный уголь, гематологические показатели, тяжелые металлы, конверсия корма

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке гранта на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технического развития (№ 075-15-2024-550).

Для цитирования. Иньшин О.В., Мирошникова Е.П. Влияние активированного угля на продуктивность и элементный статус цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 31-43. [Inshin OV, Miroshnikova EP. The effect of activated carbon on the productivity and elemental status of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):31-43. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-31>

Original article

The effect of activated carbon on the productivity and elemental status of broiler chickens

Oleg V Inshin¹, Elena P Miroshnikova²

^{1,2}Orenburg State University named after VA Bondarenko, Orenburg, Russia

¹oleg0_0_0@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5200-4298>

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

Abstract. The article presents the results of a study on the effect of various dosages of activated carbon on productivity, hematological parameters, elemental status and economic efficiency of raising broiler chickens of the ROSS-308 cross. During the experiment, it was found that the inclusion of activated carbon in the diet at a dose of 2 g/kg of feed contributes to an increase in body weight gain, as well as an increase in protein content in meat and a decrease in the concentration of toxic elements in poultry tissues. At the same time, the main biochemical and hematological parameters indicated the safety of using this additive. The results obtained confirm the effectiveness of using activated carbon as an additive to increase productivity and environmental safety of poultry products.

Keywords: broiler chickens, activated carbon, hematological parameters, heavy metals, feed conversion

Acknowledgments: the research was carried out with the support of a grant for major scientific projects in priority areas of scientific and technological development (No. 075-15-2024-550).

For citation: Inshin OV, Miroshnikova EP. The effect of activated carbon on the productivity and elemental status of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):31-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-31>

Введение.

В последние десятилетия мировое производство продуктов питания столкнулось с необходимостью перехода от экстенсивных к интенсивным моделям ведения сельского хозяйства. Это

обусловлено неуклонным ростом населения планеты и исчерпанием возможностей для расширения пастбищных и пахотных земель. В этом контексте птицеводство, обладая кратчайшим циклом воспроизводства и высокой конверсией корма, стало ключевой отраслью, способной обеспечить продовольственную безопасность человечества (Мирошникова М.С. и др., 2021).

Однако именно переход к интенсивным технологиям, основанным на использовании высокопродуктивных кроссов и плотных посадок, обнажил ряд системных проблем. Главной из них является резкое повышение чувствительности организма птицы к качеству кормовой базы. Высокий генетический потенциал, являющийся целью селекции, оказывается напрямую лимитирован «чистотой» рациона. Любое отклонение от нормы мгновенно отражается на конверсии корма, сохранности поголовья и, в конечном счете, на экономической эффективности производства (Буяров А.В. и др., 2025).

Широкое распространение технологий интенсивного птицеводства сопряжено с рисками контаминации кормов микотоксинами, тяжелыми металлами и бактериальными токсинами. Присутствие этих загрязнителей в кормах растительного происхождения, по разным оценкам на территории РФ, достигает 57-80 %, что приводит к иммуносупрессии, снижению темпов роста и ухудшению конверсии корма у птицы (Дробин Ю.Д. и Солдатенко Н. А., 2022). Для нивелирования отрицательного продуктивного действия токсических веществ наука разработала разнообразный арсенал решений. Между тем одним из самых простых и рациональных решений до настоящего времени остается использование энтеросорбентов (Килякова Ю.В. и др., 2024; Мигина Е.И., 2016; Инчагова К.С. и др., 2016, 2019).

Активированный уголь (АУ), благодаря своей высокой пористости (до 2200 м² на 1 г) и уникальной способности связывать широкий спектр токсинов, является одним из наиболее изученных и эффективных сорбентов. Его применение позволяет связывать и инактивировать микотоксины, тяжелые металлы и бактериальные экзотоксины, улучшать показатели роста, стимулировать иммунитет и в целом улучшать здоровье птицы (Килякова Ю.В. и др., 2024; Khatoon A et al., 2018; Bhatti SA et al., 2021). Исследования подтверждают, что АУ позволяет увеличить сохранность поголовья и общий выход биомассы, а также качество продукции (Зуева М.С., 2022).

Несмотря на растущую популярность добавок с сорбционными свойствами, в научной литературе наблюдается дефицит комплексных исследований по влиянию активированного угля на продуктивность и обмен веществ у цыплят-бройлеров. Это определяет актуальность постановки задач по установлению оптимальных дозировок активированного угля, оценке его влияния на рост, гематологические показатели, элементный состав тканей и экономическую эффективность выращивания.

Цель исследования.

Комплексное изучение влияния различных дозировок на организм цыплят-бройлеров кросса «РОСС-308».

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса «РОСС-308» возрастом 7 суток.

Исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009; РОСС 308. Руководство по выращиванию бройлерного стада. (Aviagen. 2014). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

Схема эксперимента. Продолжительность опыта в виварии Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФНЦ БСТ РАН, г. Оренбург) составила 47 дней, из которых 7 суток являлись подготовительным периодом, а 40 суток – основным учетным. Для проведения исследований методом пар-аналогов были сформированы четыре группы по 30 голов в каждой: одна контрольная и три опытных. Цыплятам опытных групп в ос-

новой учетный период (с 8 по 47 сутки) в рацион дополнительно вводили активированный уголь в дозировках 1, 2 и 3 г/кг комбикорма соответственно номерам групп I, II и III.

В экспериментах использовался древесный дробленый активированный уголь марки ДАК (ГОСТ 6217-74), изготовленный Пермским заводом сорбентов «УралХимСорб» из экологически чистой древесины березы методом парогазовой активации при температуре +800...+950 °С.

Приготовление рационов для опытных групп осуществлялось методом напыления.

В ходе исследований все подопытные группы содержались в клетках в идентичных условиях на основном рационе, составленном в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2018). Кормление осуществлялось один раз в сутки с ежедневным учетом поедаемости корма, поение было организовано без ограничений.

Контроль массы тела проводили еженедельно путем индивидуального взвешивания на электронных весах МТ 6 МГДА «Базар» утром перед кормлением (± 1 г) в течение учетного периода.

Конверсию протеина и обменной энергии считали по методике Левахина В.И. (1999).

Оборудование и технические средства. Исследования выполнены с использованием приборной базы ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>). Контроль массы тела проводили на электронных весах МТ 6 МГДА «Базар» («Мидл», Москва). Гематологические показатели изучены при помощи автоматического биохимического анализатора Mindray BS-240Pro и ветеринарного автоматического гематологического анализатора DF50 Vet. Концентрация химических элементов было изучено при помощи масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Agilent 7900 ICP-MS. Химический состав был изучен при помощи анализатора «ИнфраЛИУМ ФТ-12».

Статистическая обработка. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программ «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («StatSoft Inc.», США). Данные представлены в виде: среднее (M) $\pm$ стандартная ошибка среднего (m). Определение достоверности различий определяли по t -критерию Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования.

В ходе эксперимента не было выявлено статистически значимых различий в динамике роста бройлеров опытной группы I по сравнению с контролем – прирост массы происходил равномерно на протяжении всего периода наблюдения.

Группа III в возрасте 28 дней показала наименьшую среднюю массу (1298 г), что было на 3,08 % ниже контрольных значений. Однако в интервале с 35 по 47 сутки у этой группы наблюдалась положительная динамика без достоверных отличий от контроля, и к завершению эксперимента разница с контролем составила 2,2 %.

Опытная группа II в возрасте 35 суток достоверно превзошла контроль по массе на 3,5 %. К 42 суткам преимущество сохранилось и составило 3,4 %, а к окончанию эксперимента разница достигла 5,0 %.

Наибольший абсолютный прирост массы был зафиксирован во II опытной группе – на 4,8 %** выше, чем в контроле. Среднесуточный прирост в опытных группах колебался от 69,1 до 70,8 г, что превышало показатели контрольной группы на 2,8–5,35 %.

Включение активированного угля в рацион цыплят-бройлеров положительно сказалось на темпах их роста. Наиболее выраженный эффект был отмечен во II опытной группе, где применение добавки обеспечило максимальные показатели к концу выращивания. Оптимальной признана дозировка 2 г/кг корма, позволившая достичь наибольшего среднесуточного прироста (+5,4 %), абсолютного прироста (+5 %) и конечной живой массы (+5 %) (рис. 1). Это свидетельствует о благоприятном влиянии выбранной дозировки активированного угля на процессы пищеварения и усвоения питательных веществ у птицы.

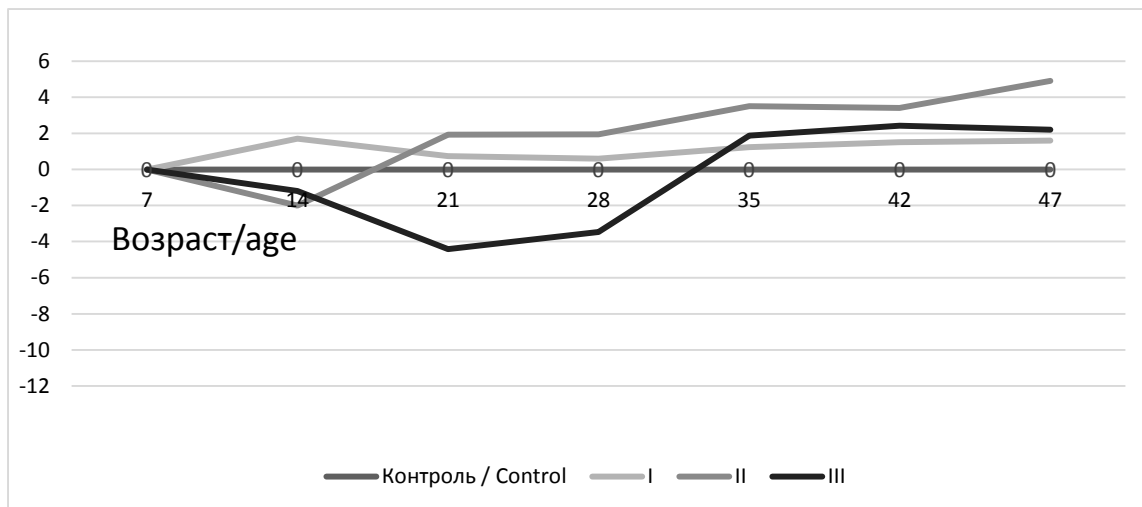


Рисунок 1. Динамика разницы в живой массе между опытными и контрольной группами птицы, %

Figure 1. Dynamics of the difference in live weight between experimental and control groups of birds, %

На основании результатов контрольного убоя установлено, что показатель убойного выхода опытных групп остался близок к контрольному (менее 2,5 %), что говорит о сохранности естественных пропорций тела птиц.

Максимальное содержание жира зафиксировано во II опытной группе (+0,75 % к контролю), однако различия между группами были статистически незначимы. Во всех опытных группах наблюдалось достоверное снижение содержания золы (на 0,62-0,78 % относительно контроля), что, вероятно, связано с сорбционным действием АУ. Во всех опытных группах выявлено достоверное увеличение содержания белка на 1,3-1,9 % по сравнению с контролем, что положительно сказывается на пищевой ценности мяса. В опытных группах этот показатель был выше, чем в контроле. Максимальный прирост (+11,2 %) отмечен во II группе.

В опытных группах I и II наблюдался незначительный рост эритроцитов, гемоглобина и гематокрита по сравнению с контролем (прирост до 4,87 %, 5,26 % и 5,06 % соответственно), что свидетельствует о повышении кислородной емкости крови и отсутствии анемии (табл. 1).

Количество лейкоцитов было на уровне контроля или выше, что указывает на сохранение иммунной активности. Соотношение нейтрофилов и лимфоцитов оставалось сбалансированным. Снижение абсолютного числа моноцитов (до 66 % в I опытной группе) при сохранении их относительной доли в норме не свидетельствует о патологии, а отражает перераспределение лейкоцитарного пула.

Признаков воспаления, аллергии или анемии не выявлено.

У III опытной группы наблюдается повышение лейкоцитов на 24,5 % и общего белка – на 15,0 % относительно контроля, что может указывать на воспалительные процессы или обезвоживание.

Железо достоверно повысилось только в III опытной группе (на 15,8 % относительно контроля). С этим же можно связать достоверное повышение гемоглобина на 15,8 % и гематокрита на 13,9 % в данной группе.

Уровень альбумина, билирубина, АЛТ и АСТ практически одинаков во всех группах, что свидетельствует о нормальной работе печени. Средние значения мочевины и креатинина в опытных группах указывают на хорошую функцию почек. Уровень глюкозы говорит о нормальном уровне углеводного обмена.

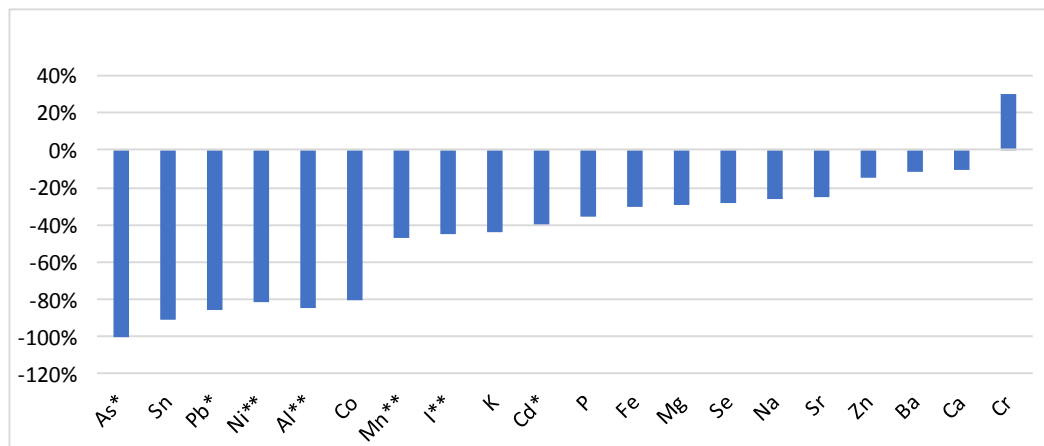
Таблица 1. Гематологические показатели крови цыплят-бройлеров
Table 1. Hematological parameters of blood of broiler chickens

Показатель / <i>Indicators</i>	Группа / Group			
	контроль- ная / <i>control</i>	опытная / <i>experimental</i>		
		I	II	III
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$ / <i>Leukocytes, $10^9/\text{l}$</i>	43,6±4,54	44,4±3,45	42,4±6,55	54,3±4,31*
Нейтрофилы, % / <i>Neutrophils, %</i>	51,2±2,54	47,5±6,26	46,0±7,93	47,0±4,92
Лимфоциты, % / <i>Lymphocytes, %</i>	41,2±1,43	44,0±9,05	44,6±4,41	46,0±11,3
Моноциты, % / <i>Monocytes, %</i>	0,74±0,15	0,25±0,11*	0,27±0,12*	0,32±0,07*
Нейтрофилы, $10^9/\text{л}$ / <i>Neutrophils, $10^9/\text{l}$</i>	22,5±5,10	26,1±4,56	16,02±2,13	25,5±2,86
Лимфоциты, $10^9/\text{л}$ / <i>Lymphocytes, $10^9/\text{l}$</i>	17,9±4,16	21,8±6,13	22,6±2,26	25,02±3,05
Моноциты, $10^9/\text{л}$ / <i>Monocytes, $10^9/\text{l}$</i>	0,32±0,10	0,11±0,05*	0,12±0,06*	0,17±0,03*
Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$ / <i>Erythrocytes, $10^{12}/\text{l}$</i>	2,05±0,29	2,07±0,17	2,15±0,06	2,38±0,07
Гемоглобин, г/л / <i>Hemoglobin, g/l</i>	114±6,5	117,2±4,27	120±3,23	132±4,57*
Гематокрит, % / <i>Hematocrit, %</i>	23,7±2,34	24,1±3,20	24,9±0,66	27,0±0,81*
Общий белок, г/л / <i>Total protein, g/l</i>	29,3±1,47	29,3±3,30	29,1±1,08	33,7±1,82*
Альбумин, г/л / <i>Albumin, g/l</i>	10,7±1,23	10,2±1,08	10,2±0,51	11,7±1,39
АЛТ, Ед/л / <i>ALT, Unit/l</i>	2,89±0,97	3,37±0,33	3,56±0,69	3,48±1,51
АСТ, Ед/л / <i>AST, Unit/l</i>	381±54,1	439,8±110,8	379,4±51,7	386,3±91,3
Билирубин общий, мкмоль/л / <i>Total bilirubin, mmol/l</i>	1,83±0,07	1,80±0,08	1,81±0,08	1,79±0,08
Железо, мкмоль/л / <i>Iron, mmol/l</i>	21,8±1,85	22,1±2,44	23,9±1,42	25,9±0,61*

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ относительно контроля.

Note: * – $P \leq 0.05$; ** – $P \leq 0.01$; *** – $P \leq 0.001$ regarding control

Скармливание активированного угля сопровождалось изменениями в элементном статусе подопытной птицы. В эксперименте нами зафиксирована общая тенденция к снижению уровня химических элементов.



Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0.05$; ** – $P \leq 0.01$; *** – $P \leq 0.001$ when compared with the control group

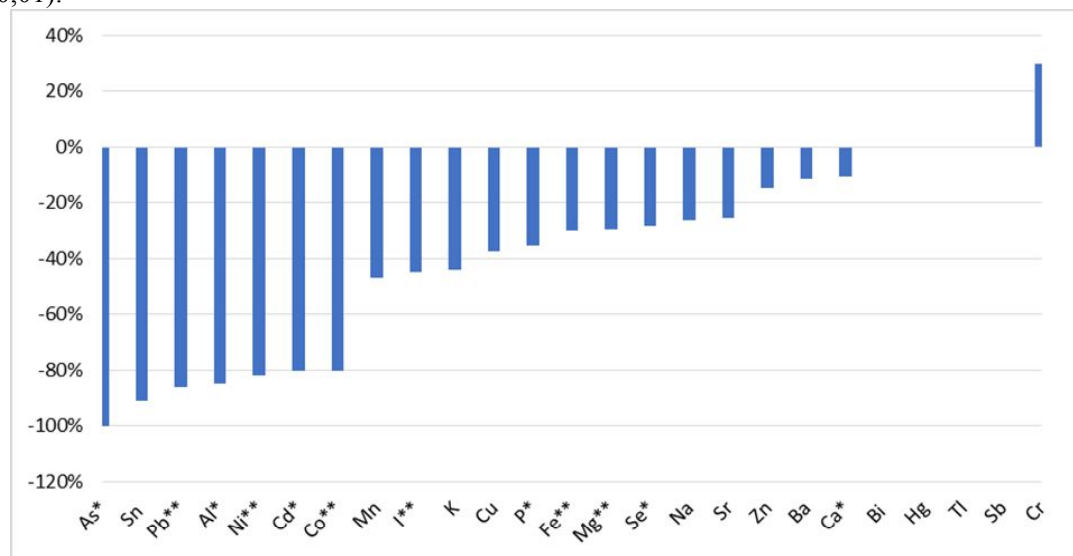
Рисунок 2. Элементный профиль концентраций химических элементов в тканях организма бройлеров I опытной группы по сравнению с контролем, %

Figure 2. Elemental profile of chemical element concentrations in body tissues of broilers of experimental group I compared with the control, %

В I опытной группе (рис. 2) достоверных изменений в уровнях макроэлементов не зафиксировано. Уровень эссенциальных и условно-эссенциальных элементов достоверно изменился в сторону снижения Ni на 61,7 % ($P \leq 0,01$), Mn – на 42,6 % ($P \leq 0,01$) и I – на 37,1 % ($P \leq 0,01$). Концентрация токсичных и ультрамикроэлементов достоверно снизилась по показателям: Cd – на 40 % ($P \leq 0,05$), As – на 100 % ($P \leq 0,05$), Pb – на 81,5 % ($P \leq 0,05$), Al – на 61,4 % ($P \leq 0,01$).

Во II опытной группе (рис. 3) зафиксировано достоверное снижение макроэлементов: Са – на 10,7 % ($P \leq 0,05$), Р – на 35,4 % ($P \leq 0,05$), К – на 44,0 % ($P \leq 0,01$). Уровень эссенциальных и условно-эссенциальных элементов достоверно изменился в сторону снижения следующих элементов: Со – на 80 % ($P \leq 0,01$), Se – на 28,2 % ($P \leq 0,01$), Ni м на 81,5 % ($P \leq 0,01$), Mn – 46,8 % ($P \leq 0,01$), I – на 44,7 % ($P \leq 0,01$), и Fe м на 29,8 % ($P \leq 0,01$).

Анализ уровня токсичных и ультрамикроэлементов показал значительные достоверные снижения уровня тяжелых металлов: Cd – на 80 % ($P \leq 0,05$), As на – 100 % ($P \leq 0,05$), Pb – на 86,1 % ($P \leq 0,01$).



Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ when compared with the control group

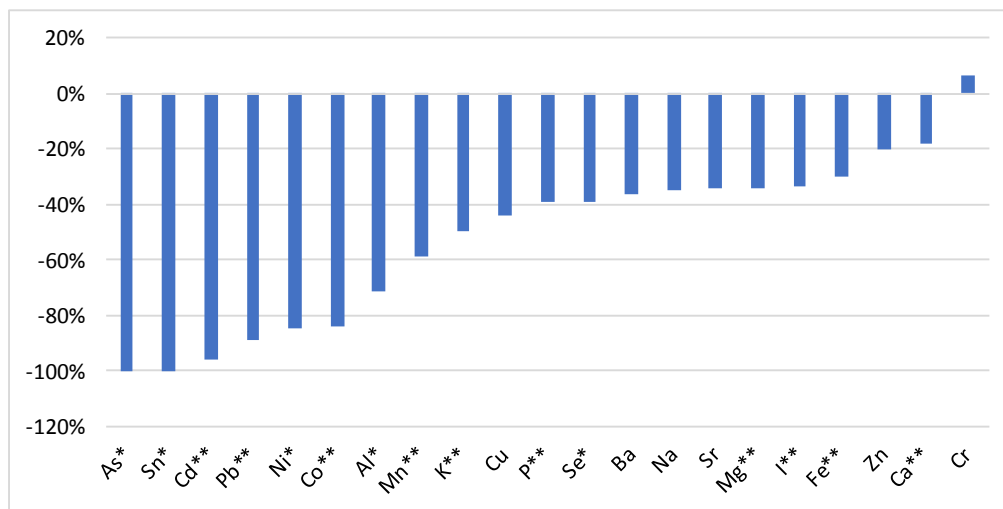
Рисунок 3. Элементный профиль концентраций химических элементов в тканях организма бройлеров II опытной группы по сравнению с контролем, %

Figure 3. Elemental profile of chemical element concentrations in body tissues of broilers of experimental group II compared with the control, %

В III опытной группе (рис. 4) зафиксировано достоверное снижение макроэлементов: Mg – на 34,48 % ($P \leq 0,01$), Са – на 18,4 % ($P \leq 0,01$), Р – на 39,1 % ($P \leq 0,01$), К – на 50,0 % ($P \leq 0,01$).

Уровень эссенциальных и условно-эссенциальных элементов достоверно изменился в сторону снижения следующих элементов: Se – на 38,8 % ($P \leq 0,05$), Ni – на 84,89 % ($P \leq 0,05$), Mn – на 58,8 % ($P \leq 0,01$), I – на 33,7 % ($P \leq 0,01$), Cu – на 43,9 % ($P \leq 0,05$), Sn – на 100 % ($P \leq 0,05$), Fe – на 30,3 % ($P \leq 0,01$). Анализ уровня токсичных и ультрамикроэлементов показал значительные достоверные снижения уровня тяжелых металлов: As – на 100 % ($P \leq 0,05$), Cd – на 96 % ($P \leq 0,01$), Pb – на 89,2 % ($P \leq 0,01$), Al – на 71,6 % ($P \leq 0,05$).

Нельзя оставить без внимания, хоть и без достоверных изменений, уровень хрома (Cr), который в I и III опытных группах вырос на 6,00 %, а во II – на 29,8 %. Также стоит отметить, что ни в одной из опытных групп с бройлерами не наблюдалось достоверного снижения натрия (Na) и во всех наблюдалось стопроцентное снижение мышьяка (As).



Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$ при сравнении с контрольной группой

Note: * – $P < 0.05$; ** – $P < 0.01$ when compared with the control group

Рисунок 4. Элементный профиль концентраций химических элементов в тканях организма бройлеров III опытной группы по сравнению с контролем, %

Figure 4. Elemental profile of chemical element concentrations in body tissues of broilers of experimental group III compared with the control, %

В опытных группах I и II отмечено небольшое снижение затрат корма на 4,1 % по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2. Трансформация энергии и протеина корма в тело бройлеров за период эксперимента

Table 2. Transformation of feed energy and protein into the body of broilers during the experimental period

Показатель / <i>Indicators</i>	Группа / <i>Group</i>			
	контрольная/ <i>Control</i>	опытная / <i>Experimental</i>		
		I	II	III
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг/ <i>Feed costs per 1 kg of live weight gain, kg</i>	1,68	1,61	1,61	1,64
Коэффициент конверсии протеина, % / <i>Protein Conversion Rate, %</i>	41,6	46,3	48,8	48,6
Коэффициент конверсии обменной энергией, % / <i>Conversion rate of exchanged energy, %</i>	19,8	21,9	23,0	21,6

В III опытной группе затраты корма практически не отличались от контроля (-2,4 %).

Эффективность использования протеина корма была выше в опытных группах. Максимальный показатель в группе II – на 7,2 % выше. В группе I – показатель увеличился на 4,7 %, в группе III – 7,0 %.

Наиболее высокий коэффициент конверсии обменной энергией отмечен в группе II – 23,0 %, что на 3,2 пункта выше контроля. В группе I этот показатель на 2,1 % выше контроля, в группе III – 1,80 %.

Обсуждение полученных результатов.

Одним из современных комплексных решений вопроса по повышению продуктивности птицы и улучшения ее сохранности, в том числе на фоне развития зоопатогенной микрофлоры является использование энтеросорбентов. Так, в исследованиях О.В. Кван с коллегами (2023) показано, что скормливание бройлерам энтеросорбентов (энтеросгель, активированный уголь) изменяет микробиоценоз слепой кишки с возрастанием численности *Bacteroidaceae*, *Rikenellaceae* и *Ruminococcaceae* и подавлением патогенных и условно-патогенных бактерий.

Наука накопила большой багаж знаний по использованию энтеросорбентов при производстве животноводческой продукции. Причем наиболее широко для этих целей на практике сегодня используется активированный уголь. Доказано, что включение в рацион животных активированного угля (АУ) позволяет связывать и инактивировать микотоксины корма (Burchacka E et al., 2019; Santos RR and Eerden E, 2021); улучшать показатели роста (Oso AO et al., 2014); стимулировать иммунитет (Khatoon A et al., 2018; Bhatti SA et al., 2021); улучшать эффективность усвоения питательных веществ и в целом улучшать здоровье животных (O'Toole A et al., 2016; Firdus F, 2020).

Выбор активированного угля определялся хорошо выраженными сорбционными свойствами последнего. Так, по различным данным 1 грамм активированного угля может иметь поверхность от 500 до 2200 м², что делает уголь очень эффективным в адсорбции различных веществ.

Включение активированного угля в рацион цыплят-бройлеров оказало выраженное влияние на темпы их роста. Наиболее заметный эффект отмечен во II опытной группе: на ранних этапах (до четвертой недели) наблюдалось снижение средней массы, однако к концу периода выращивания эта группа достигла максимальных показателей. Это указывает на положительное влияние определенной дозировки активированного угля на процессы пищеварения и усвоения питательных веществ (Рыжов В.А., 2015; Мигина Е.И., 2016).

Наибольшая эффективность отмечена при дозировке 2 г/кг корма: именно эта группа показала максимальный среднесуточный прирост (+5,4 %), абсолютный прирост (+5 %) и наивысший конечный вес (+5 % к контролю).

Добавление активированного угля в рацион способствует улучшению химического состава мяса бройлеров – повышаются содержание белка и энергетическая ценность, снижаются влажность и зольность, что делает продукт более ценным с точки зрения питания. Оптимальный эффект достигнут при дозировке 2 г/кг корма

Анализ показал, что экспериментальное кормление не оказало негативного воздействия на организм бройлеров. Все основные показатели крови в опытных группах находились в пределах физиологической нормы и были сопоставимы с контролем, а по ряду параметров отмечалась тенденция к улучшению (Торшков А.А., 2014).

Увеличение количества лейкоцитов и общего белка в крови наблюдалось только при наивысшей дозировке АУ и может говорить о мобилизации защитных функций организма на фоне употребления препарата, этим объясняется повышение показателей эритроцитов, гемоглобина и гематокрита (Al-Yasiry ARM et al., 2017).

Достоверное повышение железа в крови цыплят III опытной группы (на 15,8 % относительно контроля) объясняется высокой дозировкой АУ, которая способна повлиять на уровень железа в крови (Klykken C et al., 2023; Joseph S et al., 2015; Quin P et al., 2015).

Стоит отметить, что изменение уровней макроэлементов и эссенциальных элементов наглядно демонстрирует сорбционные свойства активированного угля, так как на исследуемых показателях очевидно заметна зависимость снижения уровня элементов от дозировки АУ. Этот факт снова подчеркивает важность определения оптимальной дозы.

Опытная группа II, получавшая дозу 2 г/кг активированного угля, показала наименьшую потерю важнейших макро- и микроэлементов, сохраняя при этом значительный положительный эффект в снижении концентрации токсичных элементов. Кроме того, именно эта группа продемонстрировала наиболее стабильный рост показателя хрома, который важен для иммунитета и углеводного обмена у птиц.

Заключение.

Включение активированного угля в рацион цыплят-бройлеров в дозировке 2 г/кг корма способствует увеличению прироста живой массы до 5 %, улучшению химического состава мяса и снижению содержания токсичных элементов в организме птицы.

Список источников

1. Активная угольная кормовая добавка для повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы / В.А. Рыжов, Е.С. Рыжова, В.П. Короткий, А. С. Зенкин // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 3211-3215. [Ryzhov VA, Ryzhova ES, Korotky VP, Zenkin AS. Aktivnaya ugol'naya kormovaya dobavka dlya povysheniya produktivnosti sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i pticy. Scientific and Methodological Electronic Journal "Concept". 2015;13:3211-3215. (In Russ.)].
2. Буяров А.В., Буяров В.С., Полянская Н.Н. Актуальные проблемы инновационного развития птицеводства // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2025. № 28-2. С. 74-82. [Buyarov AV, Buyarov VS, Polyanskaya NN. Aktual'nye problemy innovacionnogo razvitiya pticevodstva. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2025;28-2:74-82. (In Russ.)].
3. Влияние энтеросорбентов на микробное разнообразие слепой кишки цыплят-бройлеров при скормливании полусинтетического рациона / О.В. Кван, С.А. Мирошников, Е.В. Шейда, Е.А. Сизова, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 4. С. 203-215. [Kvan OV, Miroshnikov SA, Sheida EV, Sizova EA, Markova IV. The effect of enterosorbents on the microbial diversity of the blind intestine in broiler chickens on a semi-synthetic diet. Animal and Fodder Production. 2023;106(4):203-215. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-203>
4. ГОСТ Р 53434-2009. Принципы надлежащей лабораторной практики. Введ. 2010.03.01. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с. [GOST R 53434-2009. Principles of good laboratory practice. Vved. 2010.03.01. Moscow: Standartinform; 2010: 11 p. (In Russ.)].
5. Дробин Ю.Д., Солдатенко Н.А. Влияние сочетанного действия группы микотоксинов фумонизона В1, зеараленона, дон и Т-2 токсина на организм молодняка птиц и вызываемые ими изменения внутренних органов // Известия НВ АУК. 2022. № 1(65). С. 280 -291. [Drobin YuD, Soldatenko N A. Influence of the combined action of the mycotoxin group of fumonisin b1, zearalenone, don and t-2 toxin on the body of young birds and caused by them changes in the internal organs. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2022;1(65):280-291. (In Russ.)].
6. Зуева М.С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб (обзор) // 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 (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(4):146-164. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146
7. Инчагова К.С., Дускаева Г.К., Дерябина Д.Г. Подавление “кворум сенсинга” *Chromobacterium violaceum* при воздействии комбинаций амикацина с активированным углем или малыми молекулами растительного происхождения (пирогаллолом и кумарином) // Микробиология. 2019. Т. 88. № 1. С. 72-82. [Inchagova KS, Duskaeva GK, Deryabina DG. Quorum sensing inhibition in *chromobacterium violaceum* by amikacin combination with activated charcoal or small plant-derived molecules (pyrogallol and coumarin). Microbiology. 2019;88(1):63-71. (In Russ.)]. doi: 10.1134/S0026365619010142 doi: 10.1134/S0026261719010132
8. Инчагова К.С., Строганова Е.А., Дерябин Д.Г. Сорбционные свойства активированного угля в отношении N-(β-кетокaproил)-L-гомосерин лактона, оцененные с использованием индущибельного бактериального lux-биосенсора // Вопросы биологической, медицинской и фарма-

цветической химии. 2016. Т. 19. № 11. С. 10-15. [Inchagova KS, Stroganova EA, Deryabin DG. Adsorption properties of activated carbon for removal of N-(β -ketokaproil)-L-homoserine lactone, evaluated with inducible bacterial lux-biosensor. Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. 2016;1:25-27. (*In Russ.*)].

9. Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в рыбоводстве: обзор научной литературы / Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, М.С. Мингазова // Ветеринарная патология. 2024. Т. 23. № 4. С. 52-66. [Kilyakova YuV, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Mingazova MS. Use of feed additives with sorption properties in fish farming: literature review. Russian Journal of Veterinary Pathology. 2024;23(4):52-66. (*In Russ.*)]. doi: 10.23947/2949-4826-2024-23-4-52-66

10. Левахин В.И., Левахин Г.И., Мирошников С.А. Коррекция методики расчета конверсии энергии корма // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1999. № 1. С. 65-67. [Levakhin VI, Levakhin GI, Miroshnikov SA. Correcting methods for calculation of fodder energy conversion. Vestnik of the Russian academy agricultural science. 1999;1:65-67. (*In Russ.*)].

11. Мигина Е. И. Применение энтеросорбентов в ветеринарии // Молодой ученый. 2016. № 21(125). С. 291-295. [Migina EI. Primenenie ehnterosorbentov v veterinarii. Young scientist. 2016;21(125):291-295. (*In Russ.*)].

12. Применение антибиотиков в сельском хозяйстве и альтернативы их использования / М.С. Мирошникова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 65-70. [Miroshnikova MS, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Kilyakova YuV. Application of antibiotics in agriculture and alternatives of their use. Agrarian Scientific Journal. 2021;5:65-70. (*In Russ.*)]. doi: 10.28983/asj.y2021i5pp65-70

13. РОСС 308. Руководство по выращиванию бройлерного стада. Aviagen. 2014. [ROSS 308. A guide to the design of a broiler plant. Aviagen. 2014. (*In Russ.*)].

14. Торшков А.А. Элементный статус крови бройлеров при использовании Алексанат зоо // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 15(134). С. 141-143. [Torshkov AA. Element status of blood to the broiler the use vanii Aleksanat-zoo. Vestnik Orenburg State University. 2011;15(134):141-143. (*In Russ.*)].

15. Al-Yasiry ARM, Kiczorowska B, Samolińska W, Kowalczyk-Vasilev E, Kowalczyk-Pecka D. The effect of Boswellia serrata resin diet supplementation on production, hematological, biochemical and immunological parameters in broiler chickens. Animal. 2017;11(11):1890-1898. doi: 10.1017/S1751731117000817

16. Bhatti SA, Khan MZ, Saleemi MK, Hassan ZU. Combating immunotoxicity of aflatoxin B1 by dietary carbon supplementation in broiler chickens. Environ. Sci. Pollut. Res. 2021;28(35):49089-49101. doi: 10.1007/s11356-021-14048-5

17. Burchacka E, Pstrowska K, Beran E, Fałtynowicz H, Chojnacka K, Kułczyński M. Antibacterial agents adsorbed on active carbon: a new approach for S. aureus and E. coli pathogen elimination. Pathogens. 2021;10(8):1066. doi: 10.3390/pathogens10081066

18. Firdus F, Samadi S, Muhammadar AA, Sarong MA, Muchlisin ZA, Sari W, Mellisa S, Satria S, Boihaqi B, Batubara AS. Supplementation of rice husk activated charcoal in feed and its effects on growth and histology of the stomach and intestines from giant trevally, *Caranx ignobilis*. F1000Res. 2020;9:1274. doi: 10.12688/f1000research

19. Joseph S, Husson O, Graber E, Van Zwieten L, Taherymoosavi S, Thomas T, Nielsen S, Ye J, Pan G, Chia C, Munroe P, Allen J, Lin Y, Fan X, Donne S. The electrochemical properties of biochars and how they affect soil redox properties and processes. Agronomy. 2015;5(3):322-340. doi:10.3390/agronomy5030322

20. Khatoon A et al. Effects of feeding bentonite clay upon ochratoxin A-induced immunosuppression in broiler chicks. Food Addit Contam Part A Chem Anal. Control Expo. 2018;35(3):538-545. doi: 10.1080/19440049.2017.1411612

21. Klykken C, Khan E, Karlsen C, Reed AK, Attramadal KJK, Olsen RE, Boissonnot L. Nephrocalcinosis in juvenile farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) may be linked to osmoregulatory stress. *J Fish Dis.* 2023;46(9):943-956. doi: 10.1111/jfd.13815
22. O'Toole A, et al. Current and future applications for biochar. In: Shackley S, et al, editors. *Biochar in European Soils and Agriculture: Science and Practice*. Abington: Taylor & Francis Group. 2016:253-280.
23. Oso AO, Akapo O, Sanwo KA, Bamgbose AM. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root meal supplemented with or without charcoal by broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2014; 98(3):431-8. doi: 10.1111/jpn.12088
24. Quin P, Joseph S, Husson O, Donne S, Mitchell D, Munroe P, Phelan D, Cowie A, Van Zwieten L. Lowering N₂O emissions from soils using eucalypt biochar: the importance of redox reactions. *Scientific Reports.* 2015;5(1):16773.
25. Santos RR, Eerden E. Impaired performance of broiler chickens fed diets naturally contaminated with moderate levels of deoxynivalenol. *Toxins.* 2021;13(2):170. <https://doi.org/10.3390/toxins13020170>

References

1. Ryzhov VA, Ryzhova ES, Korotky VP, Zenkin AS. Active coal feed additive to increase the productivity of agricultural animals and poultry. *Scientific and methodological electronic journal "Concept".* 2015;13:3211-3215.
2. Buyarov AV, Buyarov VS, Polyanskaya NN. Current problems of innovative development of poultry farming. *Current problems of intensive development of livestock farming.* 2025;28-2:74-82.
3. Kvan OV, Miroshnikov SA, Sheida EV, Sizova EA, Markova IV. The effect of enterosorbents on the microbial diversity of the blind intestine in broiler chickens on a semi-synthetic diet. *Animal and Fodder Production.* 2023;106(4):203-215. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-203>
4. State Standard R 53434-2009. Principles of good laboratory practice. Implementation date 2010.03.01. Moscow: Standartinform; 2010:11 p.
5. Drobin YuD, Soldatenko N A. Influence of the combined action of the mycotoxin group of fumonisin b₁, zearalenone, don and t-2 toxin on the body of young birds and caused by them changes in the internal organs. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education.* 2022;1(65):280 -291.
6. Zueva MS. Modern experience of including biologically active feed additives in the diet of fish (review). *Animal Husbandry and Fodder Production.* 2022;105(4):146-164. doi: 10.33284/2658-3135-105-4-146
7. Inchagova KS, Duskaeva GK, Deryabina DG. Quorum sensing inhibition in *chromobacterium violaceum* by amikacin combination with activated charcoal or small plant-derived molecules (pyrogallol and coumarin). *Microbiology.* 2019;88(1):63-71. doi: 10.1134/S0026365619010142 doi: 10.1134/S0026261719010132
8. Inchagova KS, Stroganova EA, Deryabin DG. Adsorption properties of activated carbon for removal of N-(β-ketokaproil)-L-homoserine lactone, evaluated with inducible bacterial lux-biosensor. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry.* 2016;1:25-27.
9. Kilyakova YuV, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Mingazova MS. Use of feed additives with sorption properties in fish farming: literature review. *Russian Journal of Veterinary Pathology.* 2024;23(4):52-66. doi: 10.23947/2949-4826-2024-23-4-52-66
10. Levakhin VI, Levakhin GI, Miroshnikov SA. Correcting methods for calculation of fodder energy conversion. *Vestnik of the Russian Academy Agricultural Science.* 1999;1:65-67.
11. Migina EI. The use of enterosorbents in veterinary medicine. *Young scientist.* 2016;21(125):291-295.

12. Miroshnikova MS, Miroshnikova EP, Arinzhanov AE, Kilyakova YuV. Application of antibiotics in agriculture and alternatives of their use. *Agrarian Scientific Journal*. 2021;5:65-70. doi: 10.28983/asj.y2021i5pp65-70
13. ROSS 308. A guide to the design of a broiler plant. Aviagen. 2014.
14. Torshkov AA. Element status of blood to the broiler the use vanii Aleksanat-zoo. *Vestnik Orenburg State University*. 2011;15(134):141-143.
15. Al-Yasiry ARM, Kiczorowska B, Samolińska W, Kowalczyk-Vasilev E, Kowalczyk-Pecka D. The effect of *Boswellia serrata* resin diet supplementation on production, hematological, biochemical and immunological parameters in broiler chickens. *Animal*. 2017;11(11):1890-1898. doi: 10.1017/S1751173117000817
16. Bhatti SA, Khan MZ, Saleemi MK, Hassan ZU. Combating immunotoxicity of aflatoxin B1 by dietary carbon supplementation in broiler chickens. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2021;28(35):49089-49101. doi: 10.1007/s11356-021-14048-5
17. Burchacka E, Pstrowska K, Beran E, Faltynowicz H, Chojnacka K, Kułczyński M. Antibacterial agents adsorbed on active carbon: a new approach for *S. aureus* and *E. coli* pathogen elimination. *Pathogens*. 2021;10(8):1066. doi: 10.3390/pathogens10081066
18. Firdus F, Samadi S, Muhammadar AA, Sarong MA, Muchlisin ZA, Sari W, Mellisa S, Satria S, Boihaqi B, Batubara AS. Supplementation of rice husk activated charcoal in feed and its effects on growth and histology of the stomach and intestines from giant trevally, *Caranx ignobilis*. *F1000Res*. 2020;9:1274. doi: 10.12688/f1000research
19. Joseph S, Husson O, Graber E, Van Zwieten L, Taherymoosavi S, Thomas T, Nielsen S, Ye J, Pan G, Chia C, Munroe P, Allen J, Lin Y, Fan X, Donne S. The electrochemical properties of biochars and how they affect soil redox properties and processes. *Agronomy*. 2015;5(3):322-340. doi:10.3390/agronomy5030322
20. Khatoon A et al. Effects of feeding bentonite clay upon ochratoxin A-induced immunosuppression in broiler chicks. *Food Addit Contam Part A Chem Anal. Control Expo*. 2018;35(3):538-545. doi: 10.1080/19440049.2017.1411612
21. Klykken C, Khan E, Karlsen C, Reed AK, Attramadal KJK, Olsen RE, Boissonnot L. Nephrocalcinosis in juvenile farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) may be linked to osmoregulatory stress. *J Fish Dis*. 2023;46(9):943-956. doi: 10.1111/jfd.13815
22. O'Toole A, et al. Current and future applications for biochar. In: Shackley S, et al, editors. *Biochar in European Soils and Agriculture: Science and Practice*. Abington: Taylor & Francis Group. 2016:253-280.
23. Oso AO, Akapo O, Sanwo KA, Bamgbose AM. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root meal supplemented with or without charcoal by broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2014; 98(3):431-8. doi: 10.1111/jpn.12088
24. Quin P, Joseph S, Husson O, Donne S, Mitchell D, Munroe P, Phelan D, Cowie A, Van Zwieten L. Lowering N2O emissions from soils using eucalypt biochar: the importance of redox reactions. *Scientific Reports*. 2015;5(1):16773.
25. Santos RR, Eerden E. Impaired performance of broiler chickens fed diets naturally contaminated with moderate levels of deoxynivalenol. *Toxins*. 2021;13(2):170. <https://doi.org/10.3390/toxins13020170>

Информация об авторах:

Олег Владимирович Иньшин, соискатель степени кандидата биологических наук, Институт биоэлементологии, Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко, 460018, г. Оренбург, пр. Победы 13, тел.:8-987-793-88-70.

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

Information about the authors:

Oleg V Inshin, Candidate of Biological Sciences degree candidate, Institute of Bioelementology, Orenburg State University named after VA Bondarenko, 13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, tel: 8-987-793-88-70.

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

Статья поступила в редакцию 08.05.2026; одобрена после рецензирования 22.06.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 08.05.2026; approved after reviewing 22.06.2026; accepted for publication 14.09.2026.