

УДК: 577.17:591.11:636.5

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.4.231

ВЛИЯНИЕ НАНОКОМПОЗИТА Fe-C НА РОСТ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Килякова Ю.В.^{1*} – канд. биол. наук, доц., доц. каф. биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID 0000-0002-2385-264X); Мирошникова Е.П.¹ – д-р биол. наук, проф., зав. каф. биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID 0000-0003-3804-5151); Аринжанов А.Е.¹ – канд. с-х. наук, доц., доц. каф. биотехнологии животного сырья и аквакультуры (ORCID 0000-0001-6534-7118); Мингазова М.С.^{1,2} – асс. каф. биотехнология животного сырья и аквакультуры, аспирант (ORCID: 0000-0002-2818-1312).

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

*fish-ka06@mail.ru

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, наноккомпозит железа, морфологические показатели крови, динамика роста, кормовые добавки.

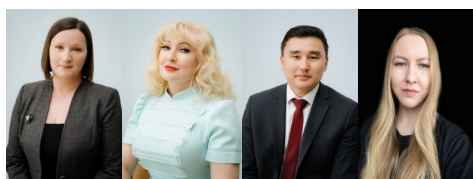
Key words: broiler chickens, feeding, iron nanocomposite, blood morphology, growth dynamics, feed additives.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение №075-15-2024-550).

Поступила: 01.11.2024

Принята к публикации: 02.12.2024

Опубликована онлайн: 16.12.2024



РЕФЕРАТ

В статье представлены результаты биологического действия наноккомпозита железа на рост и гематологические показатели цыплят-бройлеров кросса «Arbor Acres». Исследования выполнены в условиях кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБУ ВО

«Оренбургский государственный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Цель исследований – оценить биологическое действие наноккомпозита Fe-C на рост, морфологические показатели крови цыплят-бройлеров. Опытные группы в качестве кормовой добавки в течение учетного периода получали наноккомпозит железа в дозировках: 0,2 ppm, 0,4 ppm и 0,8 ppm. Установлено положительное влияние наноккомпозита Fe-C на рост и гематологические показатели молоди карпа при включении в рацион. Зафиксировано увеличение содержания и концентрации гемоглобина в эритроцитах, количества эозинофилов во всех опытных группах, нейтрофилов – во второй и третьей группах, лимфоцитов – в первой группе относительно контрольных значений, а также повышение количества тромбоцитов в первой и третьей группах. Наилучший результат по динамике роста и гематологическим показателям был получен в опытной группе, в которой дополнительно к основному рациону добавлялся наноккомпозит железа в количестве 0,2 ppm.

ВВЕДЕНИЕ/INTRODUCTION

Россия в последние годы стала одним из крупнейших производителей куриного мяса в мире [1]. Важнейшая роль в отечественном птицеводстве принадлежит бройлерному направлению, которое демонстрирует стабильный рост и высокую конкурентоспособность благодаря инвестициям, инновационным технологиям и государственной поддержке [2].

Бройлерное птицеводство в России демонстрирует стабильный рост и высокую конкурентоспособность благодаря инвестициям, инновационным технологиям и государственной поддержке [3]. Бройлеры имеют множество преимуществ, что делает их крайне популярными в птицеводстве: высокая производительность, устойчивость к болезням, эффективность откорма. Высокопродуктивные кроссы цыплят-бройлеров обладают значительным генетическим потенциалом, позволяющим за месяц-полтора выращивания получить живую массу более двух килограммов [2].

Увеличение продуктивности и реализация генетического потенциала бройлеров в полном объеме возможны только при регулярной корректировке условий выращивания, а также сбалансированном кормлении [1]. Все более актуальным в птицеводческих хозяйствах становится использование биологически активных кормовых добавок, оптимизирующих обмен веществ, для профилактики гиповитаминозов, активации иммунных реакций, что, в свою очередь, приводит к повышению продуктивности и рентабельности предприятия [4].

Частицы металлов в наноформе обладают уникальными физическими и химическими свойствами, отличающимися от свойств макроскопических образцов того же вещества [5]. Эти уникальные характеристики делают их объектом активных исследований и применений в различных отраслях. Наночастицы металлов в птицеводстве — это относительно новая область исследований, которая привлекает внимание благодаря потенциальным преимуществам для здоровья птиц, повышение

продуктивности и улучшения состояния окружающей среды. В птицеводстве применяются в нескольких направлениях: для профилактики инфекционных болезней, сорбента различных загрязнителей, для увеличения питательных свойств корма, стимуляции роста и усиления иммунной защиты [6, 7]. Однако, необходимо отметить, что использование наночастиц металлов также может иметь негативные последствия. Излишнее применение или неправильно выбранная концентрация могут оказывать токсические эффекты на птиц [4, 5]. Поэтому необходимо проводить дальнейшие исследования для оценки безопасности и выявления допустимых дозировок для различных кроссов цыплят-бройлеров.

Цель исследований — оценить биологическое действие нанокompозита Fe-C на рост, морфологические показатели крови цыплят-бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования выполнены в условиях кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБУ ВО «Оренбургский государственный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Объектами исследования выбраны цыплята-бройлеры кросса «Arbor Acres». Бройлеры породы Арбор (Arbor Acres) — это одна из популярных мясных пород кур, которая была выведена в начале XX века и известна высокой производительностью и хорошими показателями роста. Один из основных плюсов этой породы — высокая эффективность конверсии корма, что позволяет получать больше мяса с меньшими затратами [1]. В возрасте 14 суток методом пар-аналогов были отобраны 24 штуки цыплят-бройлеров и распределены на четыре группы в равных количествах ($n=6$). Продолжительность исследования включала подготовительный (7–13-суточного возраста) и основной учётный (14–42 суточного возраста) периоды.

В течение всего периода эксперимента кормление бройлеров опытных и кон-

трольной групп осуществлялось согласно рекомендациям ВНИТИП в соответствии с возрастом. Цыплята до 25 суток получали ростовой рацион ПК-5 и с 26 по 42 сутки – финишный рацион ПК-6. Комбикорм ПК-5 и ПК-6 произведен ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», г. Оренбург, Россия.

Во время подготовительного периода все цыплята-бройлеры потребляли основной рацион (ОР). Начиная с 14-суточного возраста цыплятам, в ОР, включавший стартовый и ростовой рационы, дополнительно вносили наноккомпозит в различных дозировках (углеродная матрица с наночастицами железа, радиус 40-60 нм, Институт Теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН). Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

Дозировка рассчитана с учётом информации от производителя и проводимых ранее исследований [6-10].

В процессе исследования еженедельно проводили оценку роста и развития цыплят-бройлеров путём индивидуального взвешивания утром до кормления. Отбор крови осуществляли в последний день эксперимента из подкрыльцовой вены. Исследования морфологических показателей крови выполнены на ветеринарном автоматическом гематологическом анализаторе DF50 Vet.

Статистический анализ был выполнен с помощью программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента, при котором статистически значимым считались значения с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое значение, m – ошибка средней арифметической величины.

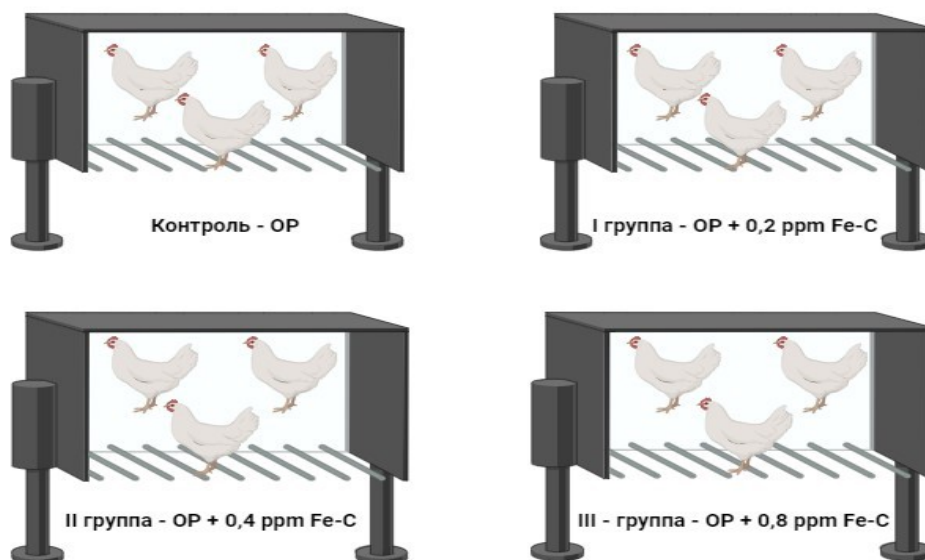


Рисунок 1 – Схема эксперимента.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Важными показателями при учете мясной продуктивности птицы является динамика роста и убойный выход. Чем выше эти показатели, тем выше мясная продуктивность птицы [2]. Бройлеры от-

личаются значительной скороспелостью. Этот показатель критически важен для многих птицеводов, поскольку напрямую влияет на сроки производства, затраты на корм и общую рентабельность бизнеса [6]. Анализируя данные по динамике,

роста подопытных бройлеров установлено, что добавление нанокompозита Fe имела следующий рисунок динамики роста птицы: минимальная дозировка (0,2 ppm) Fe отличалась более высокой интенсивностью роста относительно контрольной группы – на 7,1 % (I опытная группа). Превосходство живой массы I группы относительно контроля началось на третьей неделе эксперимента. На первых этапах эксперимента организм птиц может адаптироваться к новым условиям, и лишь после некоторого времени начина-

ют проявляться положительные эффекты от вмешательства. При увеличении дозировок Fe (II и III опытные группы) продуктивность птицы снизилась, но была выше контроля на 2,5-2,8 % (рисунок 2).

Для оценки безопасности изучаемой кормовой добавки была проведена оценка морфологических показателей крови цыплят-бройлеров как наиболее чувствительных разнообразным воздействиям. Морфологические показатели цыплят-бройлеров кросса «Arbor Acres» представлены в таблице 1.

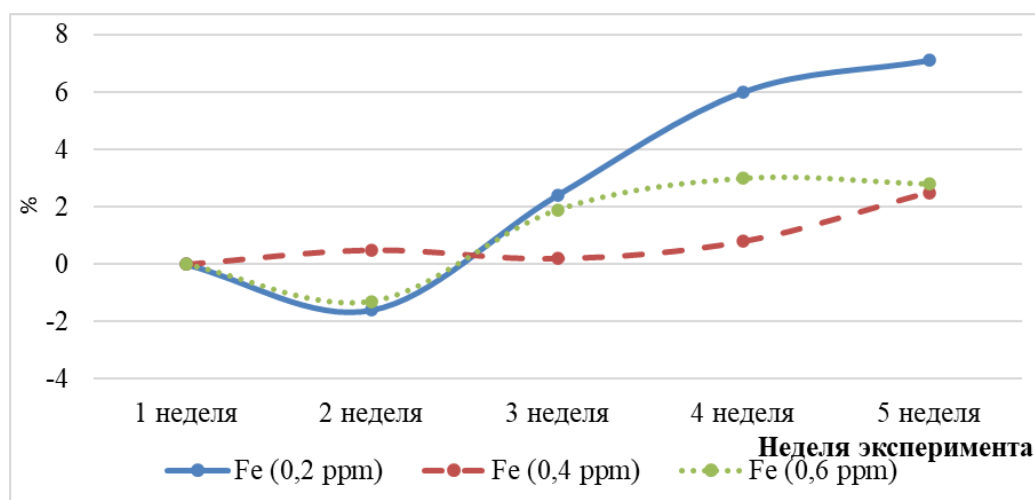


Рисунок 2 – Разница живой массы птицы с нанокompозитами Fe по сравнению с контролем, %.

При использовании нанокompозита железа в рационе цыплят-бройлеров происходило изменение всех гематологических показателей. Увеличение количества лейкоцитов на 7,82% во второй опытной группе относительно контроля может говорить о более активной иммунной защите. Это свидетельствует о том, что птицы могли лучше справляться с потенциальными инфекциями или воспалительными процессами благодаря улучшению состояния их иммунной системы [3].

В лейкоцитарной формуле цыплят заметно происходило увеличение количества эозинофилов во всех опытных группах, нейтрофилов – во второй и третьей группах, лимфоцитов – в первой группе

относительно контрольных значений. Количество моноцитов зафиксировано значительно ниже контроля во всех опытных группах, а базофилов – во второй и третьей группах.

Включение в рацион нанокompозита железа сопровождалось снижением количества эритроцитов и гемоглобина. Количество эритроцитов оказалось ниже контроля во всех опытных группах на 4,69%, 0,94%, 5,63%, а гемоглобина – на 4,79%, 3,19% во II и III группах, оставаясь при этом в пределах нормы. Снижение уровня гематокрита относительно контрольных значений в крови бройлеров всех опытных групп свидетельствует об отсутствии анемии у цыплят-бройлеров [10]. Размеры

эритроцитов не имели значительных отличий от контроля и находились в пределах физиологической нормы во всех группах, получавших в качестве кормовой добавки наноккомпозит железа.

Насыщенность эритроцитов гемоглобином у цыплят, получавших кормовую добавку, находилась на высоком уровне, несмотря на снижение их количества. Средняя концентрация гемоглобина в эритроците превышала контрольные значения в 2,5 раза во всех опытных группах. Такие значения говорят о развитии компенсаторных механизмов, направленных на улучшение кислородной емкости крови, что важно для интенсивно растущих животных, таких как бройлеры [3]. Тромбоциты в I и III группах были выше кон-

троля на 98,51% и 149,25%. Повышенное количество тромбоцитов указывает на активизацию иммунной системы, так как тромбоциты играют важную роль в воспалительных реакциях и защите организма от инфекций. Они участвуют в гемостазе и способны реагировать на повреждения сосудов, что может быть особенно важно для поддержки здоровья птиц, подвергающихся стрессам или потенциальным патогенам [2, 7].

Таким образом, насыщенность эритроцитов гемоглобином у бройлеров, получавших кормовую добавку, находилась на высоком уровне, несмотря на снижение их количества. Следовательно, процессы дыхания и насыщения тканей и органов кислородом происходили активно.

Таблица 1 – Морфологические показатели цыплят-бройлеров кросса «Arbor Acres»

Показатели	Группа			
	К	I	II	III
WBC 10 ⁹ /l	40,15±3,46	37,86±1,97	43,29±7,69	38,69±0,55
Neu %	35,33±3,12	34,03±4,36	45,13±3,31	47,77±11,45
Lym %	52,87±7,89	57±5,42	45,07±3,96	41,8±14,45
Mon %	6,27±5,47	0,5±0,25	0,9±0,2	0,53±0,39
Eos %	5,13±0,78	8,07±1,92	8,63±0,74	9,53±3,25
Bas %	0,4±0,15	0,4±0,06	0,27±0,12	0,37±0,09
Neu 10 ⁹ /l	13,97±0,75	12,73±1,43	19,6±4,07	18,33±4,38
Lym 10 ⁹ /l	21,63±4,56	21,6±2,65	19,37±3,29	16,15±5,7
Mon 10 ⁹ /l	2,18±1,84	0,18±0,09	0,36±0,04	0,2±0,15
Eos 10 ⁹ /l	2,11±0,49	3,1±0,8	3,8±0,93	3,68±1,27
Bas 10 ⁹ /l	0,16±0,06	0,15±0,03	0,09±0,03	0,14±0,04
RBC 10 ¹² /l	2,13±0,06	2,03±0,06	2,11±0,18	2,01±0,02
HGB g/l	125,33±5,36	119,33±4,91	121,33±9,35	121,33±0,88
HCT %	26,7±1,01	25,03±0,95	25,83±1,83	25,73±0,15
MCH pg	58,67±0,96	58,7±0,82	57,67±0,45	60,57±0,68
MCV fl	125,2±1,43	123,33±1,56	122,63±1,74	128,57±1,19
MCHC g/l	133,45±132,4	475,67±0,88	470,67±2,96	471±1
RDW-CV %	9,4±0,06	9,5±0,1	9,33±0,18	9,17±0,24
RDW-SD fl	47,7±0,65	47,73±0,73	46,77±1,48	48,37±1,86
PLT 10 ⁹ /l	0,67±0,33	1,33±0,88	0,67±0,33	1,67±0,88

Примечание: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Являясь важнейшим микроэлементом в питании бройлеров, железо участвует в процессах кроветворения и обеспечении нормального обмена веществ. Недостаток этого элемента может приводить к анемии, снижению продуктивности и ухудшению здоровья птицы. Включение более низких концентраций нанокompозита железа в наш эксперимент способствовало большей биодоступности железа и лучшему ростостимулирующему эффекту. Нанокompозиты металлов можно рассматривать как более выгодную альтернативу традиционным минеральным солям благодаря их преимуществам в плане контролируемого высвобождения, сниженной токсичности и увеличенной эффективности [4-10].

Применение нанокompозита железа в рационе цыплят-бройлеров демонстрировало положительное влияние на гематологические показатели. Зафиксировано увеличение содержания и концентрации гемоглобина в эритроцитах, количества эозинофилов, нейтрофилов, лимфоцитов, а также повышение количества тромбоцитов. Улучшение этих показателей говорит о позитивном влиянии добавления данного компонента в рацион птиц, что может привести к улучшению их роста, здоровья и продуктивности. Отсутствие патологических нарушений кровообращения также поддерживает вывод о том, что добавка безопасна для применения и может быть полезной для повышения продуктивности птицы. Исследования в этой области необходимо продолжать для получения дополнительных данных о механизмах действия и долгосрочных эффектах использования нанокompозитов в птицеводстве.

EFFECT OF FE-C NANOCOMPPOSITE ON GROWTH AND MORPHOLOGICAL BLOOD PARAMETERS OF BROILER CHICKENS

Kilyakova Y.V.^{1*} – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture (ORCID 0000-0002-2385-

264X); **Miroshnikova E.P.**¹ – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture (ORCID 0000-0003-3804-5151); **Arinzhanov A.E.**¹ – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture (ORCID: 0000-0001-6534-7118); **Mingazova M.S.**^{1,2} – Assistant of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, postgraduate student (ORCID 0000-0002-2818-1312).

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University

² FGBNU "Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences"

*fish-ka06@mail.ru

Acknowledgments: This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (agreement №075-15-2024-550).

ABSTRACT

The article presents the results of biological effect of iron nanocomposite on growth and hematological parameters of broiler chickens cross "Arbor Acres". The research was carried out in the conditions of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Orenburg State University" and the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences". The aim of the research is to evaluate the biological effect of the Fe-C nanocomposite on growth, morphological parameters of the blood of broiler chickens. Experimental groups as a feed additive during the accounting period received iron nanocomposite in dosages: 0.2 ppm, 0.4 ppm and 0.8 ppm. The positive effect of Fe-C nanocomposite on growth and hematological parameters of young carp when included

in the diet was established. The increase in the content and concentration of hemoglobin in erythrocytes, the number of eosinophils in all experimental groups, neutrophils - in the second and third groups, lymphocytes - in the first group relative to control values, as well as an increase in the number of platelets in the first and third groups. The best result in terms of growth dynamics and hematological parameters was obtained in the experimental group, in which 0.2 ppm iron nanocomposite was additionally added to the main diet.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кияева, Е.В. Влияние микроэлементов на продуктивные качества кур-несушек / Е.В. Кияева, О.В. Маршинская, Т.В. Казакова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – №102. – С. 254-258. DOI: 10.21515/1999-1703-102-254-258
2. Нечитайло, К.С. Влияние ферментной добавки в сочетании с цинком в ультрадисперсной форме на продуктивные показатели цыплят-бройлеров / К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова, К.В. Рязанцева, О.В. Кван // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – №4. – С. 197-205. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.4.197
3. Нечитайло, К.С. Влияние фитобиотического экстракта в сочетании с ферментной добавкой и ультрадисперсными частицами цинка на морфобиохимические показатели цыплят-бройлеров / К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, А.С. Мустафина, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – №4. – С. 121-134. DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-121
4. Лебедева, Т.И. Влияние ветеринарных препаратов на основе наночастиц микроэлементов на здоровье животных и качество продукции / Т.И. Лебедева, И.А. Красочко, П.А. Красочко // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 2(54). – С. 73-79. DOI: 10.35694/YARCX.2021.54.2.012
5. Сизова, Е.А. Перспективность использования ультрадисперсной формы металлов в кормлении животных / Е.А. Сизова, К.С. Нечитайло, А.П. Иванишева, Н.И.

Рябов // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т. 103. – №3. – С. 177-189. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-177

6. Цехмистренко, О.С. Использование наночастиц металлов и неметаллов в птицеводстве / О.С. Цехмистренко и др. // Технология производства и переработки продукции животноводства. – 2019. – №2 (152). – С. 113-130. DOI: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130
7. Лебедев, С.В. Влияние микрочастиц железа и пробиотического препарата Соя-бифидум на рост, развитие и морфобиохимические показатели цыплят-бройлеров / С.В. Лебедев, Е.П. Мирошникова, В.В. Гречкина, Д.М. Муслюмова, М.Я. Курилкина // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т.102. – №4. – С. 227-237. DOI: 10.33284/2658-3135-102-4-227
8. Сизова, Е.А. Сравнительная характеристика биологических эффектов разноразмерных наночастиц меди и железа / Е.А. Сизова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – №3. – С. 13-17.
9. Julmar, C.F. Iron requirements of broiler chickens as affected by supplemental phytase / C.F. Julmar, L.V. Sergio, M.H. Raquel, E.A. Walter, T. Giovane // J Anim Sci. 2023 Jan 3;101:skad265. DOI: 10.1093/jas/skad265.
10. Kwiecień, M. Effects of iron-glycine chelate on growth, carcass characteristic, liver mineral concentrations and haematological and biochemical blood parameters in broilers / M. Kwiecień, W. Samolińska, B. Bujanowicz-Haraś // J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2015 Dec;99(6):1184-96. DOI:10.1111/jpn.12322.

REFERENCES

1. Kiyaeva, E.V. Effect of trace elements on the productive qualities of laying hens / E.V. Kiyaeva, O.V. Marshinskaya, T.V. Kazakova // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. – 2022. – №102. – С. 254-258. DOI: 10.21515/1999-1703-102-254-258 [in Russ.]
2. Nechitaylo, K.S. Effect of enzyme additive in combination with zinc in ultradisperse

- form on the productive performance of broiler chickens / K.S. Nechitaylo, E.A. Sizova, K.V. Ryazantseva, O.V. Kwan // International Veterinary Gazette. - 2023. - №4. - C. 197-205. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.4.197 [in Russ.]
3. Nechitailo, K.S. Effect of phytobiotic extract in combination with enzyme additive and ultradisperse zinc particles on morphobiochemical parameters of broiler chickens / K.S. Nechitailo, E.A. Sizova, V.S. Polyakova, A.S. Mustafina, I.V. Markova // Animal husbandry and fodder production. - 2023. - T. 106. - №4. - C. 121-134. DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-121 [in Russ.]
4. Lebedeva, T.I. Effect of veterinary drugs based on nanoparticles of trace elements on animal health and product quality / T.I. Lebedeva, I.A. Krasochko, P.A. Krasochko // Vestnik AIC Verkhnevolzhye. - 2021. - № 2 (54). - C. 73-79. DOI: 10.35694/YARCX.2021.54.2.012 [in Russ.]
5. Sizova, E.A. Perspectivity of the use of ultradisperse form of metals in animal feeding / E.A. Sizova, K.S. Nechitaylo, A.P. Ivanischeva, N.I. Ryabov // Animal husbandry and fodder production. - 2020. - T. 103. - №3. - C. 177-189. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-177 [in Russ.]
6. Tsekhmistrenko, O.S. Use of nanoparticles of metals and nonmetals in poultry farming / O.S. Tsekhmistrenko et al. // Technology of production and processing of livestock products. - 2019. - №2(152). - C. 113-130. DOI: 10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130 [in Russ.]
7. Lebedev, S.V. Effect of iron microparticles and probiotic preparation *Soya bifidum* on growth, development and morphobiochemical parameters of broiler chickens / S.V. Lebedev, E.P. Miroshnikova, V.V. Grechikina, D.M. Muslyumova, M.Y. Kurilkina // Animal husbandry and fodder production. - 2019. - T.102. - №4. - C. 227-237. DOI: 10.33284/2658-3135-102-4-227 [in Russ.]
8. Sizova, E.A. Comparative characterization of biological effects of different-sized nanoparticles of copper and iron / E.A. Sizova // Bulletin of Russian agricultural science. - 2017. - №3. - C. 13-17. [in Russ.]
9. Julmar, C.F. Iron requirements of broiler chickens as affected by supplemental phytase / C.F. Julmar, L.V. Sergio, M.H. Raquel, E.A. Walter, T. Giovane // J Anim Sci. 2023 Jan 3;101:skad265. DOI: 10.1093/jas/skad265.