

НАНОЧАСТИЦЫ ЖЕЛЕЗА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Садомов Н.А., Серафимович Д.С.

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

*Нанотехнологии – объект пристального изучения, поскольку наночастицы металлов обладают уникальными свойствами. Их применение в сельском хозяйстве особенно перспективно. В отличие от традиционных форм микроэлементов, которые плохо усваиваются и вызывают окислительный стресс, наночастицы обладают высокой биодоступностью и позволяют избежать токсических эффектов. Это обуславливает интерес к их использованию в качестве кормовых добавок. Статья посвящена применению наночастиц железа в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. **Ключевые слова:** нано-железо, сельскохозяйственные животные, цыплята-бройлеры, биохимические показатели, микроэлементы, продуктивность.*

IRON NANOPARTICLES IN THE FEEDING OF FARM ANIMALS AND POULTRY

Sadomov N.A., Serafimovich D.S.

Belarusian State Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus

*Nanotechnology is a subject of intense study, as metal nanoparticles possess unique properties. Their application in agriculture is particularly promising. Unlike traditional forms of trace elements, which have low bioavailability and can cause oxidative stress, nanoparticles offer high bioavailability and help avoid toxic effects. This drives interest in their use as feed additives. The article focuses on the application of iron nanoparticles in the diets of farm animals and poultry. **Keywords:** nano-iron, farm animals, broiler chickens, biochemical parameters, trace elements, productivity.*

Введение. Традиционным источником минеральных веществ в кормлении сельскохозяйственных животных являются неорганические соли. Однако их применение сопряжено с низкой биодоступностью, риском токсичности, негативным воздействием на ЖКТ и загрязнением окружающей среды через экскрецию непоглощенных элементов. В связи с этим возрастает интерес к наноразмерным формам металлов как перспективной альтернативе [3, 12, 14].

Железо играет ключевую роль в физиологических процессах, участвуя в кислородном транспорте (гемоглобин, миоглобин) и работе дыхательных ферментов. Его дефицит приводит к системным нарушениям: патологиям опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы, дисфункции ЖКТ и замедлению роста. При этом биодоступность железа из традиционных неорганических соединений остаётся крайне низкой [10, 11, 15].

Наночастицы железа (1–100 нм) обладают уникальными свойствами благодаря высокой удельной поверхности и реакционной способности. Они

демонстрируют повышенную биодоступность, эффективное взаимодействие с биологическими системами на различных уровнях и меньшую токсичность по сравнению с минеральными аналогами. Исследования подтверждают их положительное влияние на продуктивность и физиологическое состояние животных [1], [7].

Перспективность применения наночастиц железа в животноводстве и птицеводстве обоснована их безопасностью, высокой биодоступностью и возможностью снижения экологической нагрузки. Однако требуются дальнейшие исследования для оптимизации параметров их использования (дозировка, форма, продолжительность применения).

Материалы и методы исследований. Настоящий обзор был подготовлен на основе анализа данных научных публикаций, посвященных применению наночастиц железа в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Поиск литературных источников проводился в электронных базах данных eLibrary.ru, Academia.edu, Google Scholar, Skopus, RefSeek за период с 2013 по 2023 год. Для поиска использовались следующие ключевые слова и их комбинации на английском и русском языках: «nano-iron», «iron nanoparticles», «poultry», «broilers», «productivity», «blood parameters», «наночастицы железа», «цыплята-бройлеры», «продуктивность», «биодоступность».

В первоначальную выборку вошло более 50 публикаций. Критериями включения являлись: рецензируемые оригинальные исследования на сельскохозяйственных животных и птице, наличие полного текста статьи, изучение влияния именно нано-форм железа на продуктивные и физиологические показатели. Из анализа исключались статьи, тезисы конференций без полного текста, дублирующиеся публикации.

В результате многоэтапного отбора по заголовкам, аннотациям и полным текстам для окончательного анализа было отобрано 15 наиболее релевантных и методологически качественных статей. Данные из отобранных источников были систематизированы по видам животных, дозировкам наночастиц и изучаемым параметрам для проведения сравнительного анализа.

Цель – проанализировать и обобщить имеющиеся научные данные о применении наночастиц железа в кормлении в качестве кормовой добавки в рационах сельскохозяйственных животных и птицы.

Результаты исследований. Использование наночастиц железа широко применяется в качестве альтернативы минеральным формам элементов.

Исследования А.А. Назаровой и соавторов показали, что добавление наночастиц железа в корм кроликов в концентрации 0,08 мг/кг живой массы в сутки оптимизирует физиологические показатели и увеличивает прирост живой массы. Наночастицы железа продемонстрировали преимущества перед традиционными минеральными формами, улучшая морфо-биохимические показатели крови и продуктивность животных. Полученные результаты позволяют рекомендовать наночастицы железа в качестве высокоэффективного источника эссенциальных микроэлементов [2, 7, 8].

Добавление наночастиц железа в рацион птицы способствует улучшению состава кишечной микрофлоры. Исследование О.В. Кван и соавторов показало, что применение наночастиц железа снижает численность бактерий семейства *Enterobacteriaceae*, включая патогенные и условно-патогенные штаммы. Это свидетельствует о потенциале наночастиц железа в качестве альтернативы

антибиотикам для модуляции микробиоты ЖКТ бройлеров, особенно при несбалансированном минеральном питании. Полученные данные подтверждают перспективность использования наночастиц железа для улучшения продуктивности и здоровья птицы [2, 6].

Комбинация наночастиц оксида железа (FeO) и ксиланазы продемонстрировала значительный потенциал для повышения продуктивности птицы. Исследования показали, что добавление этой композиции в рацион способствовало увеличению живого веса бройлеров на 54,5 % к пятой неделе по сравнению с контрольной группой. При этом гистопатологический анализ не выявил морфологических изменений в печени, а также не было отмечено накопления железа в мышечной ткани. Это свидетельствует об эффективности и безопасности комбинации наночастиц FeO с ксиланазой для использования в птицеводстве с целью интенсификации производства без токсикологических последствий [9, 13].

Исследование С.В. Лебедева и соавторов продемонстрировало положительный эффект совместного применения пробиотика *Bifidobacterium longum* («Соя-бифидум», 0,7 мл/кг корма) и наночастиц железа (17 мг/кг) у бройлеров кросса Арбор Айкрес. Данная комбинация привела к достоверному увеличению живой массы на 10,16 % и снижению конверсии корма до 1,2 кг/кг прироста [4].

На фоне применения данной комбинации отмечено улучшение гематологических показателей (гемоглобин, эритроциты, общий белок) и снижение маркеров патологий печени (АЛТ, АСТ, холестерин, щелочная фосфатаза). Авторы связывают отсутствие токсичности с контролируемым высвобождением железа из наночастиц, что минимизирует перекисное окисление липидов и повреждение белков [5].

Заключение. Стабильность внутреннего гомеостаза, обеспечиваемая в том числе минеральными веществами, является необходимым условием нормального функционирования организма. Железо играет ключевую роль в процессах кроветворения, ферментативных реакциях и транспорте кислорода.

Особенности метаболизма микроэлементов, включая их биодоступность и потенциальную токсичность, существенно зависят от формы соединения, дозировки и способа введения. Это обуславливает сложность элементного баланса и необходимость поиска высокоэффективных и безопасных источников микронутриентов.

Наряду с органическими соединениями, перспективными считаются нано-формы металлов, которые характеризуются повышенной биодоступностью, сниженной токсичностью и способностью эффективно корректировать нарушения элементарного статуса организма. Их применение открывает новые возможности для оптимизации минерального питания сельскохозяйственных животных.

Литература. 1. Влияние препаратов микрочастиц железа на интерьер и продуктивность цыплят-бройлеров / Н. В. Гарипова, А. Х. Заверюха, Т. Н. Холодилина [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 10 (159). – С. 56–60. 2. Кван, О. В. Микробное биоразнообразие слепого отдела кишечника цыплят-бройлеров при введении в корм различных ультрадисперсных частиц / О. В. Кван, Е. А. Сизова, А. М. Камирова // Молекулярно-генетические технологии анализа экспрессии генов продуктивности

и устойчивости к заболеваниям животных : материалы 3-й Международной научно-практической конференции, Москва, 30 сентября 2021 года / Под общей редакцией С. В. Позябина, И. И. Кочиша, М. Н. Романова ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина». – Москва : Сельскохозяйственные технологии, 2021. – С. 255-263.

3. Анализ препаратов на основе наночастиц микроэлементов, применяемых в животноводстве и ветеринарии / П. А. Красочко, Т. И. Лебедева, И. А. Красочко [и др.] // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 92-99.

4. Влияние наночастиц железа и пробиотического препарата соя-бифидум на рост, развитие и морфобиохимические показатели цыплят-бройлеров / С. В. Лебедев [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – Т. 102, № 4. – С. 227–237.

5. 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.

6. Продуктивное действие и переваримость кормов при использовании в кормлении птицы наночастиц железа / С. А. Мирошников, Н. В. Гарипова, Т. Н. Холодилина [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 2. – С. 7-16.

7. Сизова, Е. А. Различия биологических эффектов разноразмерных наночастиц металлов-микроэлементов / Е. А. Сизова, С. А. Мирошников // Мясное скотоводство - приоритеты и перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции, Оренбург, 25–26 апреля 2018 года / Под общей редакцией Мирошникова С.А. – Оренбург : ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН», 2018. – С. 155-164.

8. Степанова, И. А. Воздействие оптимальных и токсичных концентраций биологически активных наночастиц металлов на физиологические показатели крыс и кроликов / И. А. Степанова, П. М. Макаров, А. А. Назарова // Исследования молодых ученых – аграрному производству : материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки, Белгород, 04 февраля 2015 года / Ассоциация аграрных вузов ЦФО. – Белгород : Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2015. – С. 26-31.

9. Abdel-Rahman, H. G. Impacts of dietary supplementation with nano-iron and methionine on growth, blood chemistry, liver biomarkers, and tissue histology of heat-stressed broiler chickens / H. G. Abdel-Rahman, H. A. Alian, M. Mahmoud // Tropical Animal Health and Production. – 2022. – Vol. 54, № 2. – P. 1–11. – Режим доступа : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-022-03109-7>. – Дата доступа : 12.08.2025.

10. Lieberman, M. Marks' basic medical biochemistry: a clinical approach / M. Lieberman, A. D. Marks // Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2013. – 1100 p.

11. Pieszka, M. The biological role of iron in the body and the influence of its deficiency on the health status of humans and animals / M. Pieszka, J. Barłowska // Medycyna Weterynaryjna. – 2012. – Vol. 68, № 9. – P. 539–543.

12. Rajendran, D. Application of nano minerals in animal production: a review / D. Rajendran // Journal of Animal Science Advances. – 2013. – Vol. 3, № 7. – P. 355–364. – Режим доступа : <https://www.researchgate.net/publication/287996003> Application of nano minerals in animal production A review. – Дата доступа : 12.08.2025.

13. Effect of endoxylanase and iron oxide nanoparticles on performance and histopathological features in broilers /

H. Rehman [et al.] // Biological Trace Element Research. – 2020. – Vol. 193, № 2. – P. 524–535. 14. Sekhon, B. S. Nanotechnology in agri-food production: an overview / B. S. Sekhon // Nanotechnology, Science and Applications. – 2014. – Vol. 7. – P. 31–43. – Режим доступа : <https://www.dovepress.com/nanotechnology-in-agri-food-production-an-overview-peer-reviewed-article-NSA>. – Дата доступа : 12.08.2025. 15. Suttle, N. F. Mineral nutrition of livestock / N. F Suttle. – 4th ed. – Wallingford : CABI, 2010. – 587 p.

УДК 636.5.053:612.015.3:615.356

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ГУМУСОВЫЕ КИСЛОТЫ, СЕЛЕН И α -ТОКОФЕРОЛ, НА УРОВЕНЬ БАЗОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВОГО И ЛИПИДНОГО ОБМЕНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Сандул П.А., Соболев Д.Т., Горидовец Е.В., Дрозд Н.Б., Заровский Р.К.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Выпаивание с водой цыплятам-бройлерам гумусовых кислот в составе жидкой фракции из гидролизата торфа в дозе 1 мл/гол в сутки сопровождается более выраженной положительной динамикой со стороны содержания базовых показателей белкового и липидного обмена в сыворотке крови и характеризуется достоверным повышением содержания общего белка и альбуминов, а также снижением концентрации триацилглицеринов и общего холестерина к 23-му дню исследований. **Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, селен, α -токоферол, сыворотка крови, общий белок, альбумины, липидный обмен.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF PREPARATIONS CONTAINING HUMIC ACIDS SELENIUM AND ALPHA-TOCOPHEROL ON THE LEVEL OF BASIC INDICATORS OF PROTEIN AND LIPID METABOLISM IN THE BLOOD SERUM OF BROILER CHICKENS

Sandul P.A., Sobolev D.T., Goridovets E.V., Drozd N.B., Zarovsky R.K.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Drinking humic acids with water to broiler chickens in the liquid fraction from peat hydrolysate at a dose of 1 ml/head per day is accompanied by more pronounced positive dynamics on the part of the content of basic protein and lipid metabolism in blood serum and is characterized by a significant increase in the content of total protein and albumin, as well as a decrease in the concentration of triacylglycerols and total cholesterol by the 23rd day of studies. **Keywords:** broiler chickens, selenium, α -tocopherol, blood serum, total protein, albumins, lipid metabolism.*

Введение. Бройлерное птицеводство является отраслью животноводства, позволяющей при сравнительно низких затратах, в сжатые сроки получить большое количество продукции. Вместе с тем, непрерывное нахождение