

УДК 615.45

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ВВЕДЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА ОБМЕН ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

*Нестеров Д.В., Сипайлова О.Ю., Сизова Е.А., Шейда Е.В.*

ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный университет, институт  
Биоэлементологии г. Оренбург; *inst\_bioelement@mail.ru*

В статье рассмотрено воздействие перорального и парентерального способов введения наночастиц меди на обмен токсических элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров.

**Ключевые слова:** медь, наночастицы, межэлементный обмен, пероральное введение, парентеральное введение.

Промышленное птицеводство – наиболее динамичная и наукоемкая отрасль, которая вносит весомый вклад в обеспечение продовольственной программы страны, как основной производитель высококачественного животного белка, доля которого в суточном рационе россиян достигает 40 % за счет потребления диетических яиц и мяса птицы. Уровень продуктивности птицы и полноценность продуктов этой отрасли зависит во многом от сбалансированности рациона, наличия в нем минеральных веществ, ферментных препаратов и других биологически активных веществ [4,5].

Вопрос о включении в основной рацион птицы различных добавок весьма неоднозначен. Добавление в корма биологически активных веществ (ферментов, витаминов, минералов и т.д.) способствует с одной стороны увеличению продуктивности данной отрасли, а с другой стороны накоплению токсичных элементов в организме птицы и поступлению данных элементов с продукцией в организм человека, что может повлечь за собой нарушение деятельности организма [7]. В свою очередь, существуют данные, свидетельствующие о позитивном влиянии, как на продуктивные качества, так и экологические показатели мяса птицы включения в рацион добавок эссенци-

альных и условно эссенциальных микроэлементов, в частности, высокодисперсных порошков металлов с переменной валентностью [9]. К числу подобных элементов относится медь. Установлено, что недостаток меди в организме приводит к изменению активности ряда значимых для организма ферментов: допамингидроксидазы, уратоксидазы, перекисной дисмутазы [1]. К тому же, имеются сведения о преимуществе металлов в форме наночастиц перед их солями: наночастицы металлов могут легко проникать во все органы и ткани и в биотических дозах стимулировать обменные процессы и т. д. [2]. Все вышеперечисленное свидетельствует о том, что использование препаратов микроэлементов на основе наночастиц металлов в животноводстве достаточно перспективно.

**Целью данного исследования** являлось изучение влияния различных способов введения наночастиц меди на обмен токсичных элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров.

### Материалы и методы

Исследования были выполнены в экспериментально-биологической клинике Оренбургского государственного университета на цыплятах-бройлерах. Подготовительный период составлял 7 суток (с 7 по 14 дни жизни), с 15-дневного возраста по принципу пар-аналогов

было сформировано 3 группы (n = 30): контрольная и две опытных. Птица контрольной группы с 15 по 42 дни жизни содержалась на основном рационе. Цыплята-бройлеры I опытной группы получали основной рацион с добавлением наночастиц меди (1,7 мг/кг корма) [10], во II – основной рацион с проведением двукратных инъекций в 15 и 28-дневном возрасте в бедренную группу мышц суспензии наночастиц меди типа Cu10x в дозе 2,0 мг/кг массы животного [11]. Выведение птицы из эксперимента было проведено в возрасте 42 суток.

Кормление подопытной птицы осуществлялось комбикормами, составленными, исходя из рекомендаций ВНИТИП (2008) [7]. Дача корма производилась два раза в сутки. Доступ к воде был свободный. Микроклимат в помещении соответствовал требованиям ВНИТИПа (2004) [8].

В исследованиях были использованы наночастицы меди со следующими физико-химическими характеристиками: средний размер — 103,0 ± 2,0 нм; содержание меди — 96,0 %, оксида меди – 4,0 %; толщина оксидной пленки на поверхности наночастиц – 6 нм [3].

Химический анализ биосубстратов (образцы мышечной ткани) цыплят-бройлеров на содержание химических элементов осуществлялся методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП и МС-ИСП) в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» г. Москва (аттестат аккредитации – ГСЭН. RU. ЦОА. 311, регистрационный номер в государственном реестре – Росс. RU 0001. 513118 от 29 мая 2003; Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06).

Основные данные, полученные в исследованиях, были обработаны с использованием программ «Excel» и «Statistica 6,0». Оценку статистической значимости эффектов при анализе концентраций химических элементов оценивали по U-критерию Манна.

### Результаты и их обсуждение

Пероральное поступление наночастиц меди в организм цыплят-бройлеров (I опытная группа) сопровождалось снижением содержания в мышечной ткани кадмия и свинца на 57,1 (p < 0,05) и 33,3 % (p < 0,05), соответственно, относительно контрольной группы. Также была отмечена тенденция к снижению содержания алюминия и стронция. При этом наблюдалось уменьшение концентрации меди в исследуемой ткани на 10,9 %, относительно контроля (различия не достоверны) (табл.1). На наш взгляд, данное обстоятельство объясняется тем, что при попадании в желудочно-кишечный тракт происходит частичное электрохимическое растворение данных частиц, что сопровождается образованием промежуточных продуктов (катионов различной валентности, активных формы кислорода) [2]. Образовавшиеся соединения принимают непосредственное участие в сорбции тяжелых металлов, выступая в роли ингибиторов.

Применение в схеме выращивания цыплят-бройлеров двукратных инъекций суспензии наночастиц меди (II опытная группа) сопровождалось повышением

Таблица 1

Содержание химических элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров

Элемент	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Al	46,72 ± 4,67	39,74 ± 3,97	41,53 ± 4,15
As	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,15 ± 0,02 <sup>a,b</sup>
Cd	0,07 ± 0,010	0,03 ± 0,004 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,011 <sup>b</sup>
Hg	0,003 ± 0,0007	0,003 ± 0,0005	0,007 ± 0,0014 <sup>a,b</sup>
Pb	0,03 ± 0,004	0,02 ± 0,002 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,013 <sup>a,b</sup>
Sr	0,56 ± 0,07	0,53 ± 0,06	0,68 ± 0,08
Zn	47,60 ± 4,76	44,71 ± 4,47	71,65 ± 4,49 <sup>a,b</sup>
Cu	2,58 ± 0,26	2,30 ± 0,23	4,68 ± 0,47 <sup>a,b</sup>

Примечание: <sup>a</sup>- p < 0,05 приравнивании с контрольной группой, <sup>b</sup>- p < 0,05 приравнивании с I опытной группой

содержания в их мышечной ткани мышьяка, ртути и свинца на 50,0 ( $p < 0,05$ ), 133,3 ( $p < 0,05$ ) и 166,7 % ( $p < 0,05$ ), соответственно, относительно контроля. При этом было установлено увеличение концентрации меди и цинка на 81,4 ( $p < 0,05$ ) и 50,5 % ( $p < 0,05$ ), соответственно, относительно особей контрольной группы. Прямое поступление в организм наночастиц меди способствовало образованию металлотианинов – веществ, содержащих в своей структуре цинк и медь, что косвенно подтверждает повышение концентрации этих элементов. Металлотианины — это соединения, переводящие кадмий в нетоксичную форму, способствуя дальнейшему его выведению из организма, срок выведения достигает 90 суток [9]. При этом из литературных источников известно, что повышение концентрации кадмия в организме может приводить к увлечению и других токсичных элементов [12]. По нашему мнению, все это и объясняет механизм влияния парентерального поступления наночастиц меди на обмен токсических элементов.

Давая оценку влияния различных способов введения наночастиц меди в организм подопытной птицы, было установлено, что при парентеральном способе, относительно перорального, происходит повышение содержания в мышечной ткани цыплят-бройлеров мышьяка, ртути и кадмия в 1,3 ( $p < 0,05$ ), 1,3 ( $p < 0,05$ ) и 3 раза ( $p < 0,05$ ), а также меди и цинка на 103,0 ( $p < 0,05$ ) и 60,0 % ( $p < 0,05$ ), соответственно.

#### Вывод

Таким образом наночастицы меди проявляют выраженный детоксицирующий эффект при пероральном поступлении.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-36-00023)*

#### Литература

1. Антонович Е. А. Токсичность меди и ее соединений / Е. А. Антонович, А. Е. По-

душняк, Т. А. Щуцкая; Институт экогигиены и токсикологии им. Л. И. Медведя. — Киев, 2005. — 28 с.

2. Вишняков, А.И. Особенности костномозгового кроветворения при введение наночастиц меди per os и intramuscularly / А.И. Вишняков, А.С. Ушаков, С.В. Лебедев // Вестник мясного скотоводства. — 2011. — Т. 2, №64. — С. 96–102.
3. Глущенко, Н.Н. Физикохимические закономерности и биологическое действие высокодисперсных порошков металлов / Н.Н. Глущенко, О.А. Богословская, И.П. Ольховская // Химическая физика. — 2002. — Т (4). — С. 79-85.
4. Егоров И.А. Применение мультиэнзимной композиции вилзим при выращивании цыплят-бройлеров/ И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Л.М. Присяжная, Д. Блажинкас, Г. Бутейкис // Птицеводство. — 2011. — № 08. — С. 21-23.
5. Лаптев Г.Ю. Применение целлобактерина-т — биопрепарата на основе продуцента бактериальных целлюлаз в птицеводстве / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новиков, И.Н. Никонов, И.А. Егоров // Лаптев Г.Ю., Новиков Н.И., Никонов И.Н., Егоров И.А. В сборнике: Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов Под редакцией академика Россельхозакадемии В.А.-Полякова, члена-корреспондента Россельхозакадемии Л.В. Римаревой. Москва — 2012. — С. 397-401.
6. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы : рекомендации / Ш. А. Имангулов, И. А. Егоров, Т. М. Околелова [и др.]; Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. — Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. — 43 с.
7. Мирошников С.А. Неоднозначность влияния пробиотиков на обмен токсических элементов в организме кур-несушек / С.А. Мирошников, О.В. Кван, Д.Г. Дерябин// Вестник Оренбургского государственного университета. — 2006. — № 2. — С. 142. 8. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы: В.А. Фисинин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова и др. — Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. — Сергиев Посад : ВНИТИП, 2008. — 351 с.
8. Нестеров, Д.В. Влияние препаратов цинка на обмен токсичных элементов / Д.В.

- Нестеров, О.Ю. Сипайлова // Микроэлементы в медицине. 2011. – Т. 12. № 3-4. – С. 80-82.
9. Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлик, Б. Харланд, А. Скальный. — СПб. : Наука, 2008. — 544 с. 5.
  10. Патент на изобретение RU 2468595 / Способ снижения кадмия в теле цыплят-бройлеров/ Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, Н.Н. Глущенко, С.В. Лебедев, Ш.Г. Рахматуллин опубликовано 14.04.2011
  11. Сизова, Е.А. Структурно функциональная реорганизация селезенки крыс при внутримышечном введении наночастиц меди типа  $cu_{10x}$ / Е.А. Сизова, С.В. Лебедев, В.С. Полякова, Н.Н. Глущенко// Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. — № 2 (108). – С. 129-133.
  12. Сизова, Е.А. Экспериментальное моделирование влияния кадмия на элементный статус организма/ Е.А. Сизова, А.М. Короткова// Вестник мясного скотоводства. – 2013. – Т. 4. № 82. – С. 85-88.
- References**
1. Antonovich E.A. copper toxicity and its compounds / E.A. Antonovich, A.E. Podushnyak, T.A. Schutskiy; Institute for Ecological Hygiene and Toxicology. LI Medved. - Kiev, 2005 - 28 p.
  2. Vishnyakov, A.I. Features of bone marrow hematopoiesis with the introduction of copper nanoparticles per os and intramuscularly /A.I. Vishnjakov, AS Ushakov, SV Lebedev // Bulletin of beef cattle. - 2011 - Volume 2, No64. - S. 96-102.
  3. Gluschenko, N.N. Physicochemical patterns and biological effects of metal powders vysokodispresnyh / N.N. Gluschenko, O.A. Theological, I.P. Olkhovskaya // Chemical Physics. - 2002 - T (4). - P. 79-85.
  4. Egorov, I.A. Application multienzyme composition vilzim in growing broiler chickens / I.A. Egorov, E.N. Andrianov, L.M. Juror, D. Blazhinkas, G. Buteykis // Poultry. - 2011. - № 08. - S. 21-23.
  5. Laptev GY Application Cellobacterin-T - a biological product based on producing bacterial cellulases in poultry / GU Laptev, NI Novikov, IN Nikonov, IA Egorov // Laptev GY, NI Novikov, Nikonov, IN, IA Egorov In: Perspective enzyme preparations and biotechnological processes in technologies of food and feed Edited by Academician of the RAAS V.A.Polyakova, Corresponding Member of the Russian Agricultural Academy LV Rimareva. Moscow - 2012 - S. 397-401.
  6. The methodology of scientific and industrial research on feeding of poultry: recommendations / Sh A. Imanulov, I.A. Egorov, T.M. Okolelova [et al.] All-Russia. nauch.-research. and tehnol. Inst poultry. - Sergiev Posad: VNITIP, 2004 - 43.
  7. Miroschnikov SA The ambiguity of the effect of probiotics on the exchange of toxic elements in the body of laying hens / S.A. Miroschnikov, O.V. Kwan, D.G. Deryabin // Bulletin of the Orenburg State University. - 2006. - № 2. - 142 S. 8 Scientific bases feeding of poultry: VA Fisinin, IA Egorov, TM Okolelova etc. - All-Russia. nauch.-research. and tehnol. Inst poultry. - Sergiev Posad: VNITIP, 2008 - 351 p.
  8. Nesterov, D.V. Effect of zinc supplementation on the exchange of toxic elements / D.V. Nesterov, O.J. Sipaylova // Trace elements in medicine. 2011 - T. 12. № 3-4. - P. 80-82.
  9. Oberlis, D. The biological role of macro- and micronutrients in humans and animals / D. Oberlik, B. Harland, A. Rock. - St. Petersburg. Science, 2008 - 544 p. 5.
  10. Invention patent RU 2468595 / A method for reducing cadmium in the body of broiler / E.A. Sizov, S.A. Miroschnikov, N.N. Gluschenko, S.V. Lebedev, S.H. Rahmatullin опубликовано 14.04.2011
  11. Sizov, E.A. Structurally functional reorganization of rat spleen when administered intramuscularly copper nanoparticles type  $cu_{10x}$  / E.A. Sizov, S.V. Lebedev, V.S. Polyakova, N. Gluschenko // Bulletin of the Orenburg State University. - 2010. - № 2 (108). - S. 129-133.
  12. Sizov, E.A. Experimental simulation of the effect of cadmium on nutrient status of the organism / E.A. Sizov, A.M. Korotkov // Bulletin of beef cattle. - 2013 - T. 4. № 82. - S. 85-88.

**Резюме**

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ РІЗНИХ СПОСОБІВ ВВЕДЕННЯ НАНОЧАСТИНОК МІДІ НА ОБМІН ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

*Нестеров Д.В., Сіпайлово О.Ю., Сизова Е.А., Шейда Є.В.*

У статті розглянуто вплив перорального і парентерального способів введення наночастинок міді на обмін токсичних елементів в м'язовій тканині курчат-бройлерів.

**Ключові слова:** мідь, наночастинки, межелементний обмін, пероральне введення, парентеральне введення.

**Summary**

COMPARATIVE ASSESSMENT OF DIFFERENT METHODS OF INTRODUCTION OF COPPER NANOPARTICLES FOR EXCHANGE OF TOXIC ELEMENTS IN MUSCLE TISSUE BROILER CHICKENS

*Nesterov D.V., Sipaylova O.Yu., Sizov E.A., Shade E.V.*

The article discusses the impact of oral and parenteral routes of administration of copper nanoparticles on the exchange of toxic elements in the muscle tissue of broiler chickens.

**Keywords:** copper nanoparticles intercell metabolism, oral administration, parenteral administration.

*Впервые поступила в редакцию 25.07.2014 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*

УДК 615.45

**ИЗУЧЕНИЕ УРОВНЯ ТЯЖЕЛЫХ И ТОКСИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ КРЫС ПРИ ПИЩЕВОМ СТРЕССЕ**

**Нотова С.В.<sup>1</sup>, Дускаева А.Х.<sup>1</sup>, Дускаев Г.К.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Оренбургский государственный университет; snotova@mail.ru, gduskaev@mail.ru*

<sup>2</sup>*Всероссийский НИИ мясного скотоводства, gduskaev@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования элементного состава тканей тела лабораторных животных на фоне воздействия пищевых факторов. Исследование выполнено на самцах крыс линии Wistar. В ходе учетного периода животные были разделены на 3 группы в зависимости от потребляемого рациона. Животные контрольной группы (К) получали в течение 60 суток полноценный полусинтетический рацион (основной рацион (ОР)). Животные I опытной группы потребляли полусинтетический рацион I (СР I), состоящий из смеси основного корма (50 %), продуктов быстрого приготовления (ПБП) (50 %) и воды, животные II группы – полусинтетический рацион II (СР II), состоящий также из смеси основного корма и ПБП (по 50 %) и газированного безалкогольного напитка. Элементный анализ исследуемых биосубстратов и продуктов питания животных осуществлялся методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (PerkinElmer, США). Анализ минерального состава общего и полусинтетического рациона, используемых в эксперименте, свидетельствует о значительных различиях содержания в них химических элементов. Результаты исследований показали, что добавление в основной корм продуктов быстрого приготовления в сочетании с водой или газированным напитком оказало отрицательное влияние на рост и развитие