

**Резюме**

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ РІЗНИХ СПОСОБІВ ВВЕДЕННЯ НАНОЧАСТИНОК МЕДІ 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

подопытных животных. Оценка элементного состава тканей тела показала значительные изменения в элементном статусе животных опытных групп. Отмечалось увеличение концентрации тяжелых и токсичных элементов, что вероятно связано с дефицитом эссенциальных и макроэлементов.

**Ключевые слова:** пищевой стресс, продукты быстрого приготовления, крысы, тяжелые металлы, организм.

### Введение

Влияние питания на здоровье населения не вызывает сомнений (Lee et al., 2011; Piernas and Popkin, 2011). Однако оценка неблагоприятных факторов по биологическим ответам организма человека и по показателям здоровья более объективна, чем сопоставление концентрации отдельных загрязнителей с гигиеническими нормами. Она интегрально учитывает воздействие всех, в том числе не идентифицированных, загрязнителей (Остапкович, 1984). Среди неблагоприятных факторов окружающей среды особую роль играют тяжелые металлы ввиду их способности к биоаккумуляции (Сусликов, 2000). Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение содержания тяжелых металлов в теле лабораторных животных при пищевом стрессе. В качестве стрессорных форм выбраны полусинтетические рационы, включающие продукты быстрого приготовления в сочетании с газированными напитками. Такой выбор объясняется тем, что заболевания зависят от уровня питания и широко распространены среди населения стран мира и России (Jung et al., 2010; Pirincci et al., 2010; Areekul et al., 2005).

### Материал и методы

Экспериментальное исследование выполнено на базе экспериментально-биологической клиники (вивария) Института биоэлементологии Оренбургского государственного университета. Эксперименты на животных осуществляли в соответствии с требованиями Женевской конвенции, по разрешению этического комитета Оренбургского государственного университета (протокол № 12 от 22.01.2007). Исследование проводилось на самцах крыс линии Wistar с двухмесячного возраста (n = 51). В ходе учетно-

го периода животные были разделены на 3 группы. Первая опытная группа (I) потребляла полусинтетический рацион I (CP I), состоящий из смеси основного корма (50 %), продуктов быстрого приготовления (ПБП – лапша, супы, каши) (50 %) и воды, вторая группа (II) – полусинтетический рацион II (CP II), состоящий также из смеси основного корма и ПБП (по 50 %) и газированного безалкогольного напитка. Контрольная группа (K) содержалась на полноценном полусинтетическом рационе (основной рацион, ОР), содержащем 58 % кукурузного крахмала, 25 % казеина, 5 % нерафинированного подсолнечного масла, 5 % лярда, 4 % солевой смеси, 1 % смеси витаминов, 2 % микрокристаллической целлюлозы. Продолжительность эксперимента составила 60 дней. При изучении элементного статуса организма животных в качестве биосубстратов использовали образцы сухого вещества тканей тела. Для формирования средней пробы тела были выделены скелетная мускулатура, кости и внутренние органы, с последующим измельчением, гомогенизацией и высушиванием до постоянного веса.

Элементный анализ исследуемых биосубстратов и продуктов питания животных (корма основного рациона, ПБП) осуществлялся в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» г.Москва (регистрационный номер в государственном реестре — Росс. RU 0001.513118 от 29 мая 2003; Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (PerkinElmer, США).

Статистическую обработку с использованием критерия Стьюдента проводи-

ли с помощью программы IBM "SPSS Statistics Version 20", рассчитывая среднюю величину ( $M$ ), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), ошибку стандартного отклонения ( $m$ ). Уровень значимости считали достоверным при  $p < 0,05$ . Для статистической обработки использовали  $t$ -критерий Стьюдента, критерий Вилкоксона.

### Результаты и обсуждение

Анализ минерального состава общего и полусинтетического рациона, используемых в эксперименте, свидетельствует о значительных различиях содержания в них химических элементов (табл. 1).

Так, полусинтетический рацион отличался значительно большим (в 36,7 раза) содержанием Na и K (в 4,1 раза), более

низким уровнем Mg (в 1,5 раза) на фоне практически неизменного уровня Ca и P.

Среди эссенциальных и условно-эссенциальных элементов в полусинтетическом рационе отмечалось более низкое содержание Cu (в 1,3 раза), Fe (в 1,5 раза), Co (в 1,8 раза), Zn (в 1,6 раза), Mn (в 2 раза) и более высокие уровни Cr (в 6,6 раза), I (в 3 раза), V (в 1,9 раза). В полусинтетическом рационе отмечалось более высокое содержание таких токсичных элементов, как Cd (в 2 раза) и Pb (в 1,3 раза).

Результаты исследований показали, что добавление в основной корм продуктов быстрого приготовления в сочетании с водой или газированным напитком оказало влияние на рост и развитие подопытных животных. Тенденция к снижению массы тела, в опытных группах наблюдалась уже на 2-й

Таблица 1

Содержание химических элементов в рационах питания лабораторных животных, мг/кг

Элемент	OP	(CP I)	Элемент	OP	(CP I)
Ca	1390	1486	Co	0,31	0,17
K	551	2257,5	Zn	81,52	51,75
Mg	2179	1468,5	Mn	136,2	67,81
Na	688,1	25263,2	V	0,38	0,73
P	7501	6040	Ni	1,5	1,14
Cr	0,35	2,31	Se	0,51	0,5
Cu	8,2	6,25	Cd	0,089	0,19
Fe	130,0	88,2	Pb	0,07	0,09
I	0,31	0,96	Sr	28,5	18,56
As	0,21	0,39	Al	42,4	25,97
Hg	0,01	0,01	Sn	0,01	0,02

Таблица 2.

Средние значения содержания химических элементов в тканях лабораторных животных, мг/кг

Статистические параметры	Zn	Cu	Co	Ni	Cd	Pb	Hg	Sn
	Контроль (OP)							
M	149,0	1,1	0,04	0,88	0,035	0,1	0,007	0,019
$\sigma$	6,5	0,1	0,01	0,08	0,008	0,05	0,002	0,002
m	7,1	0,12	0,005	0,04	0,007	0,071	0,00007	0,0009
I группа (CP I)								
M	118,3*	2,94*	0,09*	1,46*	0,063*	0,116	0,011	0,046*
$\sigma$	1,5	0,02	0,01	0,15	0,009	0,03	0,005	0,005
m	1,5	0,026	0,01	0,07	0,006	0,015	0,003	0,011
$p_k$	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	0,36	0,28	<b>0,04</b>
II группа (CP II)								
M	131,0*	3,0*	0,09*	1,71*	0,1	0,13*	0,008	0,021
$\sigma$	6,6	0,14	0,01	0,17	0,07	0,07	0,001	0,004
m	6,5	0,144	0,005	0,07	0,10	0,006	0,0007	0,008
$p_{k; I}$	<b>0,02;</b> <b>0,02</b>	<b>0,04;</b> 0,13	<b>0,03;</b> 0,45	<b>0,04;</b> 0,14	0,08; 0,23	<b>0,04;</b> <b>0,36</b>	0,78; 0,23	0,68; 0,07

неделе эксперимента. Динамика снижения массы тела I опытной группы были более выражены, однако к окончанию учетного периода вес животных у II опытной группы был минимальным. Масса животных, содержащихся на ПБП с водой, была достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) на 35,4 %, а масса животных употреблявших ПБП с газированным напитком была ниже на 36,3 % ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой.

Оценка элементного состава тканей тела показала значительные изменения в элементном статусе животных опытных групп (табл. 2).

Так, в сравнении

с контрольной группой в первой и второй опытных снизилась концентрация цинка в 1,3 и 1,1 раза ( $p < 0,05$ ). Обратная картина наблюдалась при сравнении значений меди, ее уровень у животных опытных групп оказался выше, чем в контроле в 2,7 и 2,6 раза ( $p < 0,05$ ), кобальта – 2,3 раза ( $p < 0,05$ ), а никеля – 1,7 и 1,9 раза ( $p < 0,05$ ).

Содержание кадмия в первой группе было достоверно выше, чем в контрольной в 1,8 раза. Уровень свинца в теле животных опытных групп оказался выше в 1,2-1,3 раза в сравнении с контрольной. Увеличение концентрации токсичных элементов вероятно связано с дефицитом эссенциальных и макроэлементов, что согласуется с мнением ряда исследователей (Алиджанова и др., 2004). Недостаток, магния, цинка и железа в питании может быть причиной повышенного содержания в организме свинца и алюминия. Стронций вытесняет кальций из костной ткани на фоне дефицита кальция (Скальный, Рудаков, 2004).

Содержание олова достоверно увеличилось в первой опытной группе в сравнении с контрольной в 2,4 раза ( $p < 0,05$ ).

### Заключение

Анализ минерального состава общего и полусинтетического рациона, используемых в эксперименте, свидетельствует о значительных различиях содержания в них химических элементов. Полусинтетический рацион отличается значительно большим содержанием Na и K, более низким уровнем Mg на фоне практически неизменного уровня Ca и P. 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 подопытных животных. Оценка элементного состава тканей тела показала значительные изменения в элементном статусе животных опытных групп. Отмечалось увеличение

концентрации тяжелых и токсичных элементов, что вероятно связано с дефицитом эссенциальных и макроэлементов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-16-00060).*

### Литература

1. Lee, J. E., Kim, J. H., Son, S. J., Ahn, Y., Lee, J., Park, C., Lee, L., Erickson, K. L., and Jung, I. K., "Dietary pattern classifications with nutrient intake and health-risk factors in Korean men," *Nutrition*, Vol. 27, No. 1, 2011, pp. 26-33.
2. Piernas, C. and Popkin, B. M., "Food portion patterns and trends among U.S. children and the relationship to total eating occasion size, 1977-2006," *J.Nutr.*, Vol. 141, No. 6, 2011, pp. 1159-1164.
3. Остапкович В.Е., Панкова В.Б. Аллергозы верхних дыхательных путей химического генеза. // Вестник оториноларингологии. – 1984. — № 5. – С. 52-57.
4. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2: Атамовиты – М. Гелиос АРВ. 2000. — 672 с.
5. Pirincci, E., Durmus, B., Gundogdu, C., and Acik, Y. "Prevalence and risk factors of overweight and obesity among urban school children in Elazig city, Eastern Turkey, 2007," *Ann.Hum.Biol.*, Vol. 37, No. 1, 2010, pp. 44-56.
6. Areekul, W., Viravathana, N., Aimpun, P., Watthanakijthavongkul, K., Khruacharoen, J., Awaiwanont, A., Khumtuikhrua, C., Silsrikul, P., Nilrat, P., Saksoong, S., Wathanatham, J., Suwannahitatorn, P., Siri-maneeethum, P., Meeprom, N., Somboonruangsri, W., Pongmanee, K., and Rangsin, R., "Dietary behaviors and nutritional status of adolescents in a remote rural area of Thailand," *J.Med.Assoc.Thai.*, Vol. 88 Suppl 3, 2005, pp. S240-S246.
7. Jung, J. Y., Yoon, M. Y., Min, S. U., Hong, J. S., Choi, Y. S., and Suh, D. H., "The influence of dietary patterns on acne vulgaris in Koreans," *Eur.J.Dermatol.*, Vol. 20, No. 6, 2010, pp. 768-772.
8. Алиджанова И.Э., Нотова С.В., Кияева Е.В. Особенности элементного статуса лабораторных животных при воздействии различных внешних факторов // Технологии живых систем. – 2009. – Т.6 – № 6. – С. 77-80.
9. Скальный А.В. Рудаков И.А. 2004. Биоэлементы в медицине. – М. Издательский дом

«ОНИКС 21 век»: Мир. 2004. — 272с.

### References

1. Lee, J.E., Kim, J.H., Son, S.J., Ahn, Y., Lee, J., Park, C., Lee, L., Erickson, K.L., and Jung, I.K., "Dietary pattern classifications with nutrient intake and health-risk factors in Korean men, "Nutrition, Vol. 27, No. 1, 2011, pp. 26-33.
2. Piernas, C. and Popkin, B.M., "Food portion patterns and trends among US children and the relationship to total eating occasion size, 1977-2006," J.Nutr., Vol. 141, No. 6, 2011, pp. 1159-1164.
3. Ostapkovich V.E., Pankov V.B. Upper respiratory tract allergies chemical genesis ./ / Journal of Otorhinolaryngology. - 1984. - № 5. - S. 52-57.
4. Suslikov V.L. Geochemical ecology of disease. Volume 2: Atamovity - M. Helios ARVs. 2000 - 672.
5. Pirincci, E., Durmus, B., Gundogdu, C., and Acik, Y. "Prevalence and risk factors of overweight and obesity among urban school children in Elazig city, Eastern Turkey, in 2007," Ann.Hum.Biol. , Vol. 37, No. 1, 2010, pp. 44-56.
6. Areekul, W., Viravathana, N., Aimpun, P., Watthanakijthavongkul, K., Khrucharoen, J., Awananont, A., Khumtuikhrua, C., Silsrikul, P., Nilrat, P., Saksoong, S., Watthanatham, J., Suwannahitatorn, P., Sirimaneethum, P., Meeprom, N., Somboonruangsri, W., Pongmanee, K., and Rangsin, R., "Dietary behaviors and nutritional status of adolescents in a remote rural area of Thailand," J.Med.Assoc.Thai., Vol. 88 Suppl 3, 2005, pp. S240-S246.
7. Jung, JY, Yoon, MY, Min, SU, Hong, JS, Choi, YS, and Suh, DH, "The influence of dietary patterns on acne vulgaris in Koreans," Eur.J.Dermatol., Vol. 20, No. 6, 2010, pp. 768-772.
8. Alidzhanova IE, Notova SV, EV Kiyayev Features element status of laboratory animals exposed to various external factors // Living Systems Technologies. - 2009 - V.6 - № 6. - S. 77-80.
9. A.Skalniy, I.A. Rudakov 2004 Bioelements in medicine. - Moscow publishing house "ONYX 21": Peace. 2004 - 272s.

### Резюме

#### ВИВЧЕННЯ РІВНЯ ВАЖКИХ І ТОКСИЧНИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ ПРИ ХАРЧОВОМУ СТРЕСІ

*Нотов С.В., Дускаева А.Х.,  
Дускаев Г.К.*

В роботі представлені результати дослідження елементного складу тканин лабораторних тварин на тлі впливу харчових факторів. Дослідження виконано на самцях щурів лінії Wistar. В ході облікового періоду тварини були розділені на 3 групи залежно від споживаного раціону. Тварини контрольної групи (К) отримували впродовж 60 днів повноцінний напівсинтетичний раціон (основний раціон (ОР). Тварини I дослідної групи споживали напівсинтетичний раціон I (СР I), що складається з суміші основного корму (50%), продуктів швидкого приготування (ПБП) (50%) і води, тварини II групи - напівсинтетичний раціон II (СР II), що складається також із суміші основного корму і ПБП (по 50%) і газованого безалкогольного напою. Елементний аналіз досліджуваних биосубстратів і продуктів харчування тварин здійснювався методами атомно-емісійної і мас-спектрометрії з індуктивно-аргонової плазмою на приладах Optima 2000 DV і ELAN 9000 (PerkinElmer, США). Аналіз мінерального складу загального і напівсинтетичного раціону, використовуваних в експерименті, свідчить про значні відмінності вмісту в них хімічних елементів. Результати досліджень показали, що додавання в основний корм продуктів швидкого приготування в поєднанні з водою або газованим напоєм зробило негативний вплив на ріст і розвиток піддослідних тварин. Оцінка елементного складу тканин показала значні зміни в елементному статусі тварин дослідних груп. Відзначалося збільшення концентрації важких і токсичних елементів, що ймовірно пов'язано з дефіцитом есенціальних і макроелементів.

**Ключові слова:** харчової стрес, продукти швидкого приготування, щури, важкі метали, організм.

**Summary**

**STUDY LEVEL HEAVY AND TOXIC METALS IN RATS WITH FOOD STRESS**

*Notova S.V., Duskaeva A.H.,  
Duskaev G.K.*

The paper presents the results of a study of the elemental composition of body tissues of laboratory animals against the backdrop of the impact of nutritional factors. The study was performed in male rats of the Wistar. During the accounting period, the animals were divided into three groups depending on the power consumption of the diet. Animals in the control group (K) was obtained within 60 days of a full semi-synthetic diet (basal diet (OR). Pets I experimental group consumed a semisynthetic diet I (CP I), consisting of a mixture of basic food (50%), instant food (PBI) (50%) and water, the animals of group II - semisynthetic diet II (CP II), consisting of a mixture as the main feed and PBP (50%) and carbonated soft drinks. Elemental analysis study of biological substrates and products of animal nutrition carried out by atomic emission and mass spectrometry with inductively coupled argon plasma on

the Optima 2000 DV and ELAN 9000 (PerkinElmer, USA). analysis of the mineral composition of the total and semi-synthetic diet used in the experiment, evidence of significant differences in the content of chemical elements. studies have shown that the addition of the main food of fast food products in combination with water or a carbonated beverage has had a negative impact on the growth and development of the experimental animals. Assessment of the elemental composition of body tissues showed significant changes in the elemental status of experimental animals. Showed an increase in the concentration of heavy and toxic elements, probably due to deficiency of essential and macro.

**Keywords:** *nutritional stress, fast food, rats, heavy metals, the body.*

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

УДК 612-092.9:612.014.482.4:577.152.193:547.441:615.244

**ПАТОГЕНЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФАРМАКОЛОГІЧНОГО  
ЗАХИСТУ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У ТКАНИНАХ  
ОПРОМІНЕНИХ ЩУРІВ**

**Терещенко Л. О.**

*Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна*

Хронічне г-опромінення у сумарній дозі 1,5 Гр призводить до пригнічення функціональної активності глутатіонової ланки антиоксидантної системи організму. Курсове введення гептралу опроміненим щурам має позитивний вплив вже через 24 години. 15 добу експерименту вміст відновленого глутатіону в тимусі й селезінці в порівнянні з контрольною групою підвищується на 30,7%, а активність глутатіонових ферментів вірогідно перевищує відповідні показники контрольної групи. Таким чином, курсове введення гептралу опроміненим тваринам призводить до нормалізації функціонування глутатіонової редокс-системи. Гептрал можна використовувати у комплексному лікуванні низькоінтенсивних променевих уражень у низьких дозах.

**Ключові слова:** *γ-опромінення, селезінка, тимус, відновлений глутатіон, селен, гептрал.*