

УДК 636.52/.58:636.087.7:546.287

БАЛАНС ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ОРГАНІЗМІ КУРЕЙ ЗА ВВЕДЕННЯ В ЇХ РАЦІОН КРЕМНІЄВО-МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ

С. Ф. Разанов, О. С. Кабаченко

e-mail: vnaieso@i.ua, alena.kabachenko@ukr.net

Вінницький національний аграрний університет

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна

Наведені результати досліджень з вивчення балансу свинцю, кадмію, цинку та міді у організмі курей породи Редбро за введення в їх раціон кремнієво-мінеральної витяжки. Вивчено рівень забруднення м'яса птиці, виробленого в умовах інтенсивного землеробства, де спостерігається значне забруднення ґрунтів шкідливими речовинами, зокрема важкими металами. Одним із найбільш потужних джерел забруднення ґрунтів важкими металами є мінеральні добрива, обсяги використання яких за останні роки на Вінничині збільшилися у 2,8 раза. За даних умов суттєво знижується якість та безпека вирощеної продукції рослинництва та виробленої із неї кормової сировини.

Встановлено, що введення в раціон курей кремнієво-мінеральної витяжки шляхом заміни 10% добової їх норми води сприяло підвищенню інтенсивності виведення з їх організму послідом свинцю на 27,5 п.п., кадмію – 30,2 п.п., цинку – 20 п.п. та міді – на 16,3 п.п. Так, за випоювання молодняку птиці протягом 130 днів кремнієво-мінеральної витяжки концентрація свинцю знизилась у білому м'ясі у 1,1 рази, червоному м'ясі у 1,02 рази та у печінці 1,6 рази. Концентрація кадмію у білому м'ясі птиці дослідної групи була нижча у 1,6 рази, у м'ясі червоному у 1,8 разів та печінці 1,2 рази. Вміст цинку у білому м'ясі птиці дослідної групи був нижчий у 1,05 рази, у м'ясі червоному у 1,8 разів та печінці 1,3 рази. Концентрація міді у білому м'ясі була нижча у 1,3 рази, у м'ясі червоному у 1,4 рази, та печінці 1,3 рази. Отже, введення в раціон птиці кремнієво-мінеральної витяжки шляхом заміни 10 % добової норми води дало можливість знизити концентрацію кадмію та свинцю у м'ясі до ГДК.

Виявлено також помітне зниження свинцю, кадмію, цинку та міді у м'ясі птиці за введення в її раціон кремнієво-мінеральної витяжки. Зокрема, концентрація свинцю, кадмію, цинку та міді у червоному м'ясі знизилась у 1,02 рази, 1,8, 1,8 та 1,4 рази відповідно. У білому м'ясі концентрація свинцю знизилась у 1,1 рази, кадмію у 1,6 рази, цинку у 1,05 рази та міді у 1,3 рази.

Ключові слова: важкі метали, накопичення, свинець, кадмій, цинк, мідь, птиця.

Постановка проблеми

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва вимагає уважного ставлення до проблем навколишнього середовища із-за постійно зростаючого негативного впливу на довкілля хімізації в галузі рослинництва [11, 16, 19, 21].

Відомо, що в умовах інтенсивного землеробства спостерігається значне забруднення ґрунтів шкідливими речовинами, зокрема важкими металами [6, 7, 9, 10]. Одним із найбільш потужних джерел забруднення ґрунтів важкими металами є мінеральні добрива, обсяги використання яких за останні роки на Вінничині збільшилися у 2,8 раза. За даних умов суттєво знижується якість та безпека вирощеної продукції рослинництва та виробленої із неї кормової сировини [10, 4, 15, 22].

Використання даної продукції рослинництва в якості фуражної сировини у тваринництві на корм птиці призводить до накопичення важких

металів у її продукції, зокрема і в м'ясі птиці. Споживання населенням продуктів харчування, забруднених важкими металами, викликає різні порушення на всіх рівнях організму людини, що супроводжується виникненням цілої низки захворювань [18, 12, 28, 27].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Свинець є небезпечною нейротоксичною речовиною, надходження його у організм людини викликає захворювання свинцевою енцефалопатією та нефропатією. Викликає свинець також захворювання центральної та периферійної нервової системи. Кадмій характеризується високотоксичною дією на організм людини, що призводить до захворювань нервової системи та кісткових тканин [2, 5, 21, 30].

Виходячи з того, що важкі метали включаються в колообіг та накопичуються у тканинах живих організмів, викликаючи цілу низку захворювань, виникає потреба у розробці та вивченні заходів щодо зниження негативного

впливу їх на населення [23, 24, 25, 26]. Одним із ефективних заходів зниження негативного впливу важких металів на населення є перешкоджання міграції даних речовин харчовим ланцюгом, яким їх потрапляє до 95% в живі організми [1, 29, 17, 14].

Високу ефективність зниження міграції важких металів у системі корми→продукція птахівництва мають сорбенти [3, 20, 13, 31].

Мета, завдання та методика досліджень

Метою досліджень було вивчити баланс важких металів в організмі курей за введення в їх раціон кремнієво-мінеральної водної витяжки.

Завданням досліджень було проаналізувати ефективність використання кремнієво-мінеральної витяжки у годівлі птиці.

Баланс важких металів в організмі курей проводили у 2016 році за загальноприйнятою методикою, яка передбачала відбір з контрольних та дослідних груп птиці по 4 голови вагою, різниця якої не перевищувала допустимі рівні середній масі по групі. Розміщення птиці кожної групи в окремі клітки. Годівлю і відбір посліду проводили від обох груп одночасно.

Умови утримання та догляду за птицею були однакові. Кормом та водою птиця була забезпечена постійно. Кожної доби контролювали шляхом зважування кількості виданого птиці корму та води, а також добові його залишки. Послід відбирали щодоби, зважували та зберігали до закінчення досліду в холодильній камері. Протягом проведення досліджень птиці контрольної та дослідної груп згодовували однаковий корм. Різниця була тільки та, що в дослідній групі 10% води замінювали на кремнієво-мінеральну витяжку.

Схема балансу важких металів включала: підготовчий період, суть якого полягав у формуванні піддослідних груп. Тривалість даного періоду була 7 діб. У даний період птиці дослідної групи поступово проводили заміну частини води кремнієво-мінеральною витяжкою. Другий період був основний, він характеризувався заміною води 10% кремнієво-мінеральною витяжкою у птиці дослідної групи. Концентрацію важких металів визначали атомно-адсорбційним методом у агрохімічній лабораторії ВНАУ.

Таблиця 1. Схема досліджень

Піддослідні групи	К-сть голів у групі	Періоди балансових дослідів			
		тривалість підготовчого періоду	особливості годівлі	основний	особливості годівлі
Контрольна	4	7	Кормосуміш + вода	8	Кормосуміш + вода
Дослідна	4	7	Кормосуміш + вода 95 % + кремнієво-мінеральної витяжки 5 %	8	Кормосуміш + вода 90 % + кремнієво-мінеральної витяжки 10 %

Результати досліджень

Одержані результати досліджень з вивчення балансу важких металів у організмі курей (табл. 2) показали певну ефективність підвищення інтенсивності виведення свинцю, кадмію, цинку та міді з неперетравними рештками корму птиці.

Зокрема, за впоювання птиці в складі води кремнієво-мінеральної витяжки спостерігалось зниження засвоєння в її організмі свинцю на 27,5 п.п., кадмію – на 30,2 п.п., цинку – на 20 п.п., і міді – на 16,3 п.п.

Таблиця 2. Баланс важких металів в організмі курей за згодовування їм кремнієвої витяжки (n=4, M±m)

Групи курей	Надійшло з кормами в середньому за добу, мг	Виведено з послідом в середньому за добу		Затрималось в організмі в середньому за добу	
		мг	%	мг	%
1	2	3	4	5	6
Баланс Pb					
1 – контрольна	0,028	0,010	35,7	0,018	64,3
2 – дослідна	0,0285	0,018	63,1	0,0105	36,8

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6
Баланс Cd					
1 – контрольна	0,013	0,006	46,1	0,007	53,9
2 – дослідна	0,0131	0,01	76,3	0,0031	23,7
Баланс Zn					
1 – контрольна	0,75	0,32	42,6	62,6	57,4
2 – дослідна	0,7503	0,47	62,6	0,280	37,4
Баланс Cu					
1 – контрольна	1,8	0,8	44,4	1,0	55,6
2 – дослідна	1,81	1,1	60,7	0,71	39,3

Найвища ефективність виведення важких металів з організму птиці з послідом спостерігалася по кадмію, що складало 76,3%. Тоді як по свинцю, цинку та міді даний показник був у межах 63,2%, 62,6% та 60,7%.

Аналіз ефективності використання кремнієво-мінеральної витяжки у годівлі птиці (табл. 3) показав суттєве зниження свинцю і кадмію у білому і червоному м'ясі, а також печінці.

Таблиця 3. Вплив кремнієво-мінеральної витяжки на концентрацію важких металів у м'ясі молодняку курей

Вид сорбенту	Продукція	Pb	ГДК	Cd	ГДК	Zn	ГДК	Cu	ГДК
Контроль	М'ясо біле	0,49	0,5	0,08	0,05	17,40	70,0	0,48	5,0
	М'ясо червоне	0,42	0,5	0,16	0,05	26,0	70,0	0,91	5,0
	Печінка	0,46	0,5	0,15	0,05	26,45	70,0	0,40	5,0
Витяжка з кремнію	М'ясо біле	0,44	0,5	0,05	0,05	16,5	70,0	0,37	5,0
	М'ясо червоне	0,41	0,5	0,02	0,05	14,5	70,0	0,65	5,0
	Печінка	0,28	0,5	0,12	0,05	20,4	70,0	0,30	5,0

Так, за випоювання молодняку птиці протягом 130 днів кремнієво-мінеральної витяжки концентрація свинцю знизилась у білому м'ясі у 1,1 раза, червоному м'ясі у 1,02 рази та у печінці 1,6 рази. Концентрація кадмію у білому м'ясі птиці дослідної групи була нижча у 1,6 раза, у м'ясі червоному у 1,8 разів та печінці 1,2 раза. Вміст цинку у білому м'ясі птиці дослідної групи був нижчий у 1,05 раза, у м'ясі червоному у 1,8 раза та печінці 1,3 раза. Концентрація міді у білому м'ясі була нижча у 1,3 раза, у м'ясі червоному у 1,4 раза та печінці 1,3 раза. Отже, введення в раціон птиці кремнієво-мінеральної витяжки шляхом заміни 10 % добової норми води дало можливість знизити концентрацію кадмію та свинцю у м'ясі до ГДК (МБТ №5061-89 від 1.08.1989 р.).

Висновки та перспективи подальших досліджень

У результаті проведених досліджень отримані дані свідчать про ефективність підвищення інтенсивності виведення з організму

птиці свинцю, кадмію, цинку та міді з неперетравними рештками корму.

Використання кремнієво-мінеральної витяжки у годівлі молодняку курей знизило концентрацію свинцю і кадмію у білому м'ясі у 1,1 раза, червоному м'ясі у 1,02 раза та у печінці 1,6 раза. Концентрація кадмію у білому м'ясі птиці дослідної групи була нижча у 1,6 раза, у м'ясі червоному у 1,8 раза та печінці 1,2 раза. Концентрація цинку у білому м'ясі птиці дослідної групи була нижча у 1,05 раза, у м'ясі червоному у 1,8 раза та печінці 1,3 раза. Концентрація міді у білому м'ясі була нижча у 1,3 раза, у м'ясі червоному у 1,4 рази та печінці у 1,3 раза порівняно з їх аналогами контрольної групи.

Перспективою подальших досліджень є вивчення якості та безпеки яєць, за введення в раціон курей кремнієво-мінеральної витяжки в умовах забруднення концентрованих кормів важкими металами в зоні інтенсивного землеробства.

References

1. Ibatullin I. I. (2007). Godivlja silskogospodarskykh tvaryn [Feeding of farm animals]. Vinnycja: Nova knyga [in Ukrainian].
2. Ischenko Ju. B. (2013). Dynamika vyrobnyctva produkcii ptahivnyctva v Ukraini z 1990 roku i prognozy rozvytku galuzi do 2020 roku [The dynamics of poultry production in Ukraine since 1990 and forecasts for the development of the industry by 2020]. *Ptakhivnytstvo Ukrainy i cvitu: menezhment, analityka, reformy, standarty*. Retrieved from <http://info.ptahokorm-union.com/> [in Ukrainian].
3. Kyryljuk, D. O. (2014). Analiz suchasnogo stanu rynku produkcii ptahivnyctva v Ukraini [Analysis of the current state of poultry market in Ukraine]. *Ekonomika APK*, 2, 116–120 [in Ukrainian].
4. Kononenko, V. K., Ibatullin, V. S. & Patrov V. S. (2000). Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynnyctvi [Workshop on the basis of research in animal husbandry]. Kyiv [in Ukrainian].
5. Kulyk, M. F., Kravciv, R. I. & Obertuh, Ju. V. (2003). Kormy: ocinka, vykorystannja, produkcija tvarynnyctva, ekologija [Bars: valuation, use, livestock production, ecology]. Vinnycja: Tezys [in Ukrainian].
6. Kurkina, S. V. (2001). Nadhodzhennja ta rozpodil vmistu vazhkykh metaliv v organah i tkanynah kurchat-brojleriv. [Receipt and distribution of heavy metal content in organs and tissues of broiler chickens]. *Naukovo-tehnychnyi biulleten Instytutu biologii tvaryn*, 1–2, 119–121 [in Ukrainian].
7. Malysh, N. (2009). Vazhki metaly u gruntah [Heavy metals in soils]. *Naukovyi visnyk NAU*, 4, 67–71 [in Ukrainian].
8. Nedashkivska, N. V. (2015). Produktyvnist, obmin rechovyn ta mjasni jakosti kachenjat-brojleriv za zgodovuvannja polifunkcionalnogo sorbentu [Productivity, metabolism and meat quality of broiler chicken for feeding polyfunctional sorbent] (Dysertatsiia kandydata silskogospodarskykh nauk). Bila cerkva [in Ukrainian].
9. Pogorjelov, M. V., Bumejster, V. I. & Tkach, G. F. (2010). Makro- ta mikroelementy (obmin, patologija ta metody vyznachennja) [Macro- and trace elements (metabolism, pathology and determination methods)]. Sumy : SumDU [in Ukrainian].
10. Razanov, S. F. (2010). Bdzholynyj pidmor vyvodyt radionuklidy i vazhki metaly [Bee podmor releases radionuclides and heavy metals]. *Pasika*, 3, 22–23 [in Ukrainian].
11. Razanov, S. F. (2010). Efektyvnist kormovoi dobavky Apimoru pry godivli ptyci [The effectiveness of the feeding supplement of the Apimore poultry]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, 10, 36–37 [in Ukrainian].
12. Razanov, S. F. (2008). Sorbcijni vlastyvoli bdzholynogo pidmoru [Sorptional properties of sunflower]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Hzhyskoho*, 12, 4 (45), 124–128 [in Ukrainian].
13. Razanov, S. F., Didur, I. M. & Pervachuk, M. V. (2015). Efektyvnist znyzhennia zabrudnennia gruntiv svyntsem i kadmiiem za bdzholozapylennia silskogospodarskykh kultur v umovakh yikh mineralnogo pidzhyvlennia [Efficiency of reducing soil pollution by lead and cadmium for bee pollination of agricultural crops under conditions of their mineral fertilization]. *Silske gospodarstvo ta lisivnyctvo*, 2, 94–101 [in Ukrainian].
14. Sendecka, S. V. (2014). Ptakhivnytstvo v osobystykh selianskykh hospodarstvakh: problemy i perspektyvy [Poultry farming in private farms: challenges and perspectives]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Z. Hzhyskoho*, 1, 130–134 [in Ukrainian].
15. Tkachuk O. P. (2016). Vplyv kotsentratsii svyntsiu na zminu ekoloho-ahrokhimichnykh pokaznykiv gruntu [Influence of lead concentration on the change of ecological and agrochemical indicators of soil]. *Silske gospodarstvo ta lisivnyctvo*, 3, 217–225.
16. Awad, W. A., Bohm, J., Razzazi-Fazeli, E. & Zentek, J. (2006). Effects of feeding deoxynivalenol contaminated wheat on growth performance, organ weights and histological parameters of the intestine of broiler chickens. *Anim. Nutr. Anim. Physiol*, 90, 32–37.
17. Baker, A. J. M., Mc Grath, C. M. & Sidoli, R. D. (1994). Reeves An ecological risk assessment of heavy metal pollution of the agricultural ecosystem near a lead-acid battery factory. *Resources, Conservation and Recycling*, 11, 1–4, 41–49.
18. Beltcheva, M., Metcheva, R., Topashka-Ancheva, M., Popov, N. & Teodorova S. (2013). Zeolites versus Lead Toxicity. Bioequivalence and Bioavailability, 7(1), 12–29.

19. Corzo, A., Moran, Jr., Hoehler, E. T. D. & Lemmell, A. (2005). Dietary tryptophan need of broiler males from forty-two to fifty-six days of age. *Poultry Science*, 84, 226–231.

20. Dyachenko, L., Syvyk, T. & Kosyanenko, O. (2015). Influence of different levels of cadmium in ration with natural detoxicant on performance, digestibility of substances and metabolism of nitrogen in young fattening pigs. *Technology of production and processing of livestock products*, 1, 163–168.

21. Dyachenko, L. S., Syvyk, T. L., Tytariova, O. M., Kuzmenko, O. A. & Bilkevich, V. V. (2017). Natural detoxicants in pig rations and their impact on productivity and quality of slaughter products. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 239–246.

22. El-Sharaky, A. S., Newiry, A. A., Badreldreen, M. M., Ewada, S. M. & Shewieta, S. A. (2007). Protective role of selenium against renal toxicity induced by cadmium in rats. *Noxicology*, 235, 185–193.

23. Fuzhu, L., Yankun, H. & Zhuye, N. (2013). Effects of germanium on the growth of the main tissues and organs of the broilers. *Acta Universitatis Agriculturae Boreali-occidentalis*, 29, 90–94.

24. Hutjens, M. F. (1991). Feedadditives. *Vet. Clinics N. Am. Food Animal Pract*, 5, 525–529.

25. Pirova, L.V. & Sivic, T. L. (2010). Vplyv zhodovuvannya selenu na vmist vazhkykh metaliv u productakh zaboyu svynei [The effect of feeding selenium on the content of heavy heavy metals in pig slaughter products]. *Visnyk Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 2(70), 35–39.

26. Simon, M. (2009). Handbook of Feed Additives. United Kingdom.

27. Sollrad, M. & Wimmer, F. (2013). Germinated grain – healthy hens (pp. 39–42). Linz.

28. Reis, L.S., Pardo, P., Camargos, A. S. & Oba, E. (2010). Mineral element and heavy metal poisoning in animals. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, 1(12), 560–579.

29. Toth, T., Hermann, M. R. & Da Silva L. (2016). Montanarella. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety. *Environment International*, 88, 299–309.

30. Wenonah Hauter (2012). Poultry industry is costing us dearly. *The Baltimore sun*, 1. Retrieved from <http://articles.baltimoresun.com/2012-05-17/news/bs-ed-perdue>.

31. Wlazlo, L., Nowakowicz-Dębek, B. & Kapica, J. (2016). Removal of ammonia from poultry manure by aluminosilicates. *Journal of Environmental Management*, 183, 722–725.

BALANCE OF HEAVY METALS IN THE COURIER'S ORGANIZATION AFTER THEIR SALT OF SILICON MINERAL WATER TREATMENT

S. F. Razanov, O. S. Kabachenko

e-mail: alena.kabachenko@ukr.net, nv.vn@ukr.net

Vinnitsia National Agrarian University

Sonyachna Str., 3, Vinnitsia, 21008, Ukraine

The results of investigations on the balance of lead, cadmium, zinc and copper in the body of red-bred chickens are presented for the introduction of a silicon-mineral extract in their diet. The level of contamination of poultry meat, produced in conditions of intensive farming, where there is a significant pollution of soils with harmful substances, in particular heavy metals, is studied. One of the most powerful sources of soil contamination with heavy metals is mineral fertilizers, the volume of which in Vinnitsia region has increased by 2.8 times in recent years. Under these conditions, the quality and safety of cultivated crop production and feed materials produced from it are substantially reduced.

It was established that the introduction of the kpermnievo-mineral extract in the diet of chickens by replacing 10% of their daily water rates contributed to an increase in the intensity of withdrawal from their organism following the lead by 27.5 pp, cadmium 30.2 pp, zinc 20 pp and copper at 16.3 pp. Thus, for the slaughter of young birds during 130 days of siliceous mineral extract, the concentration of lead decreased in white meat by 1.1 times, in red meat 1.02 times and in the liver 1.6 times. The concentration of cadmium in the poultry meat of the experimental group was 1.6 times lower, 1.8 times in red meat and 1.2 times in the liver. The zinc content in the poultry meat of the experimental group was 1.05 times lower, 1.8 times in red meat and 1.3 times in the liver. The concentration of copper in white meat was 1.3 times lower, in meat red in 1.4 times, and in the liver 1.3 times. Consequently, the introduction of a silicon mineral extract into a ration of birds by replacing 10% of the daily water rate made it possible to reduce the concentration of cadmium and lead in meat to the MAC.

A noticeable reduction of lead, cadmium, zinc and copper in poultry meat for the introduction of

silicon-mineral extraction into its diet was also detected. In particular, the concentration of lead, cadmium, zinc and copper in red meat decreased by 1,02 times, 1,8, 1,8 and 1,4 times, respectively. In white meat, the concentration of lead decreased by 1,1 times, cadmium in 1,6 times, zinc in 1,05 times and copper in 1,3 times.

Keywords: heavy metals, accumulation, lead, cadmium, zinc, copper, bird.

БАЛАНС ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЗМЕ КУРЕЙ ПРИ ВВЕДЕНИИ В ИХ РАЦИОН КРЕМНИЕВО- МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

С. Ф. Рязанов, Е. С. Кабаченко

e-mail: nv.vn@ukr.net, alena.kabachenko@ukr.net
Винницкий национальный аграрный университет
ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина

Приведенные результаты исследований по изучению баланса свинца, кадмия, цинка и меди в организме кур породы Редбро за введение в их рацион кремниево-минеральной вытяжки. Изучен уровень загрязнения мяса птицы, произведенного в условиях интенсивного земледелия, где наблюдается значительное загрязнение почв вредными веществами, в частности тяжелыми металлами. Одним из самых мощных источников загрязнения почв тяжелыми металлами являются минеральные удобрения, объемы использования которых за последние годы в Винницкой области увеличились в 2,8 раза. При данных условиях существенно снижается качество и безопасность выращенной продукции растениеводства и произведенной из нее кормового сырья.

Установлено, что введение в рацион кур кремниево-минеральной вытяжки путем замены 10% суточной их нормы воды способствовало повышению интенсивности выведения из их организма пометом свинца на 27,5 п.п., кадмия 30,2 п.п., цинка 20 п.п. и меди на 16,3 п.п. Так, по выпойки молодняка птицы в течение 130 суток кремниево-минеральной вытяжки концентрация свинца снизилась в белом мясе в 1,1 раза, красном мясе в 1,02 раза и в печени 1,6 раза. Концентрация кадмия в белом мясе птицы опытной группы была ниже в 1,6 раза, в мясе красном в 1,8 раза и печени 1,2 раза. Содержание цинка в белом мясе птицы опытной группы был ниже в 1,05 раза, в мясе красном в 1,8 раза и печени 1,3 раза. Концентрация меди в белом мясе была ниже в 1,3 раза, в мясе красном в 1,4 раза и печени 1,3 раза. Следовательно, введение в рацион птицы кремниево-минеральной вытяжки путем замены 10% суточной нормы воды позволило снизить концентрацию кадмия и свинца в мясе до ПДК.

Выявлено также заметное снижение свинца, кадмия, цинка и меди в мясе птицы при введении в ее рацион кремниево-минеральной вытяжки. В частности, концентрация свинца, кадмия, цинка и меди в красном мясе снизилась в 1,02 раза, 1,8, 1,8 и 1,4 раза соответственно. В белом мясе концентрация свинца снизилась в 1,1 раза, кадмия в 1,6 раза, цинка в 1,05 раза и меди в 1,3 раза.

Ключевые слова: тяжелые металлы, накопления, свинец, кадмий, цинк, медь, птица.