

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Сільськогосподарські науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Agricultural sciences

ISSN 2519–2698 print

ISSN 2707-5834 online

doi: 10.32718/nvlvet-a9721

<https://nvlvet.com.ua/index.php/agriculture>

UDC 577.1: 612.121:546.48:636.5

Use of zeolite for the elimination of heavy metals from chicken eggs

I. Y. Salamakha¹, L. M. Hordiichuk²✉

¹Lviv National Environmental University, Dublyany, Ukraine

²Stepan Gzhitskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 10.08.2022

Received in revised form

12.09.2022

Accepted 13.09.2022

Lviv National Environmental
University, V. Velykiho Str., 1,
Dublyany, 80381, Ukraine.
E-mail: salamakhaiy@lnup.edu.ua

Stepan Gzhitskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-366-30-49
E-mail: lagordiychuk@gmail.com

Salamakha, I. Y., & Hordiichuk, L. M. (2022). Use of zeolite for the elimination of heavy metals from chicken eggs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 24(97), 123–127. doi: 10.32718/nvlvet-a9721

The publication materials reflect the results of scientific research conducted under the conditions of the vivarium of the State Research Control Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives. It was established that the introduction of chromium sulfate in the amount of 2 mg/kg and cadmium sulfate in the amount of 3 mg/kg of live weight into the body of laying hens caused their significant accumulation in eggs compared to their content in the control group. To reduce the concentration of heavy metals in chicken eggs, zeolite 3 % of the feed mass was fed in the form of 1–3 mm grain size (TU 05792908.002-97. "Feed Zeolite", produced at the Sokyrnytskyi Zeolite Plant of the Ministry of Emergency Situations of Ukraine, Khust District, Zakarpattia Region). It was established that the natural mineral contributed to eliminating Chromium and Cadmium from egg components (yolk, white, shell) relative to the control. When zeolite was introduced into the diet of poultry, 3 % of the feed weight to all experimental groups, compared with groups without its introduction, contributed to a decrease in the content of heavy metals in the studied samples of egg components. With a chromium load, a 1.7-fold decrease was noted in the white ($P < 0.05$) and yolk, and a 1.8-fold ($P < 0.01$) decrease in the shell, and samples with a cadmium load, a decrease of this metal in the protein, yolk, and shell was, respectively, 1.5 ($P < 0.05$); 1.6 ($P < 0.05$) and 3.2 ($P < 0.001$) times the indicator of the experimental group without a sorbent. A similar tendency to decrease the content of heavy metals is observed with the combined introduction of toxicants. They found a slight increase in the weight of the egg in the test groups after correction with zeolite, namely: in the first group by 3.7 %, respectively, in the third – by 1.9 % against the background of a decrease in the indicator in the second group by 1.6 %. Eggs of hens of the first experimental group exceeded their control counterparts by 0.9 % in terms of shell thickness. In contrast, those of the second and third groups, on the contrary, were inferior in terms of shell thickness by 1.2 and 0.6 %, respectively. In the experimental groups, there is a tendency to increase the percentage of the shell by 1.9 in the first group, by 2.8 % in the second, and by 4.0 % in the third group relative to the control. Introducing the first group of natural zeolite into birds' diet contributes to the thickening of eggshells by 6.6 % compared to the indicator without the mineral. The same trend is observed in the second and third groups, respectively – by 7.1 % and 5.0 %; however, the difference between the groups is unlikely. A tendency to increase in the experimental groups with the use of zeolite in the percentage of egg mass in the first group by 1.9 %, in the second group by 1.8, and in the third group by 2.3, relative to the indicator without the mineral, was also revealed. In the experimental groups, there are changes in the components of the egg compared to the control indicator: an increase in the shelling percentage in the first, second and third groups, respectively, by 1.0, 4.0, and 1.9 %. Regarding egg productivity, a decrease is observed relative to the control in experimental groups with chromium-cadmium total and separate load, which was 19.6, respectively; 40.2 and 29.7 %. An increase in egg production has been established when mineral sorbent is used in the diet of poultry. Gross egg production in hens of the second group with chromium load increased by 11.1 % when consumed with zeolite compound feed. The lowest number of eggs during the experimental period was obtained from hens of the second group with cadmium load. The introduction of natural minerals into the diet increased their number during the experimental period by 8.3 %. In the third group, the number of eggs increased by 10.7 % during the experimental period with the combined load of heavy metals and zeolite. A similar trend is observed in the experimental groups regarding the number of eggs obtained per average laying hen. The results of the conducted research confirm that chromium and cadmium ions affect the productivity and quality of chicken products, and the introduction of fodder zeolite in the amount of 3 % of the mass of compound feed into the diet of poultry improves the level of their mineral nutrition, laying and the indicator of the marketable quality of eggs.

Key words: Chromium, Cadmium, zeolite, chickens, eggs, protein, yolk, shell, productivity.

Використання цеоліту для елімінації важких металів з курячих яєць

І. Ю. Саламаха¹, Л. М. Гордійчук²✉

¹Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, м. Львів, Україна

У матеріалах публікації відображені результати наукових досліджень, які проводилися в умовах віварію Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. Встановлено, що надходження в організм курок-несучок сульфату хрому у кількості 2 мг/кг та сульфату кадмію у кількості 3 мг/кг живої маси спричинило значне їх накопичення у яйцях порівняно з їхнім вмістом в контрольній групі. Для зниження концентрації важких металів в курячих яйцях згодовували цеоліт 3 % від маси корму у вигляді крупної фракції 1–3 мм (ТУ 05792908.002-97. “Цеоліт кормовий”, який випускається на Сокирницькому цеолітовому заводі МНС України Хустського району Закарпатської області. Встановлено, що природний мінерал сприяє елімінації Хрому та Кадмію з компонентів яйця (жовток, білок, шкаралупа) щодо контролю. При введенні до раціону птиці цеоліту 3 % від маси корму всім піддослідним групам, порівняно з групами без його введення, сприяло зниженню вмісту важких металів в досліджуваних зразках складових яєць. При хромовому навантаженні у білку ($P < 0,05$) та жовтку виявлено зниження у 1,7 рази й у шкаралупі – у 1,8 ($P < 0,01$) рази, а у зразках з кадмієвим навантаженням відповідно – на 1,5 ($P < 0,05$); 1,6 ($P < 0,05$) та 3,2 ($P < 0,001$) рази до показника дослідної групи без сорбенту. Аналогічна тенденція зниження вмісту важких металів спостерігається і при сукупному введенні токсикантів. Виявили незначне зростання маси яйця у піддослідних груп за корекції цеолітом, а саме: у першій групі на 3,7 %, відповідно у третій – на 1,9 % на фоні зниження показника у другій групі на 1,6 %. Яйця курей першої дослідної групи за товщиною шкаралупи на 0,9 % переважали своїх контрольних аналогів, а другої і третьої групи, навпаки, за даним показником поступалися на 1,2 та 0,6 % відповідно. В дослідних групах спостерігається тенденція до зростання відсоткового вмісту шкаралупи на 1,9 у першій групі, на 2,8 % – у другій та на 4,0 % у третій групі щодо контролю. Введення до раціону птиці першої групи природного цеоліту сприяє потовищенню шкаралупи яєць на 6,6 %, в другій і третій групах відповідно – на 7,1 % та 5,0 % щодо показника без мінералу. Виявлено також тенденцію до зростання у дослідних групах з використанням цеоліту відсоткового вмісту маси яйця у першій на 1,9 %, у другій групі – на 1,8 та у третій групі – на 2,3 щодо показника без цеоліту. В дослідних групах спостерігається зростання відсоткового вмісту шкаралупи у першій, другій та третій групах відповідно на 1,0; 4,0 та 1,9 %. За яєчною продуктивністю виявлено зниження щодо контролю у дослідних групах з хромо-кадмієвим сукупним та роздільним навантаженням відповідно – на 19,6; 40,2 та 29,7 %. Встановлено зростання виробництва яєць при використанні в раціоні птиці мінерального сорбенту. Валовий збір яєць у курей другої групи з хромовим навантаженням при споживанні з комбікормом цеоліту зріс на 11,1 %, з кадмієвим та сукупним навантаженням відповідно – на 8,3 та 10,7 %. Доведено, що накопичення важких металів у раціоні сприяє акумуляції їх в продукції, а введення кормового цеоліту у кількості 3 % від маси комбікорму до раціону птиці поліпшує рівень їх мінерального живлення, несучість та показник товарної якості яєць.

Ключові слова: Хром, Кадмії, цеоліт, кури, яйця, білок, жовток, шкаралупа, продуктивність.

Вступ

У практиці сучасного тваринництва велике розповсюдження отримало використання різних кормових добавок, які поліпшують використання кормів основного раціону (Bashchenko et al., 2020; Martyshuk et al., 2021; 2022). До таких добавок можна зарахувати природні цеоліти (Ostapuyuk et al., 2021). Вони завдяки своїй молекулярно-ситовій будові є не тільки активними сорбентами, а й іонообмінниками, здатними у разі нестачі в організмі певного мікро - чи макроелементу віддавати саме його і водночас замінювати інші небезпечні речовини. Низка публікацій засвідчують позитивну дію природних цеолітів як адсорбентів при виведенні важких металів з організму тварин. Зокрема з'ясовано (Kalachniuk, 2000; Kyryliv et al., 2005; Kurkina & Rozputnii, 2012; Vakhutkevych, 2012), що природні цеоліти – ефективні адсорбенти слідових кількостей важких металів, які дедалі частіше забруднюють об'єкти довкілля. Доведено позитивний вплив природних цеолітів для виведення важких металів з організму птиці (Kyryliv et al., 2005; Paraniak et al., 2007).

Однак результати досліджень неоднозначні та залежать значною мірою від виду і дози цеоліту, кількості та співвідношення компонентів у раціонах, віку й

інше (Kalachniuk, 2000; Kurkina & Rozputnii, 2012; Orobchenko, 2013; Brezvyun et al., 2021).

Мета дослідження

Метою досліджень було вивчення використання в раціоні птиці з хромо-кадмієвим роздільним та сукупним навантаженням кормового цеоліту на продуктивність та якість продукції.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились в лабораторії інструментальних методів контролю Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. За принципом аналогів було сформовано 4 піддослідні групи курок-несучок кросу Хайсек білий (по 4 голови в кожній), яких утримували в умовах віварію. Протягом досліджуваного періоду птиці першої групи (контрольної) згодовували стандартний комбікорм і випоювали воду. Кури дослідних груп, крім комбікорму, отримували воду, насичену солями важких металів (друга група – 2 мг/кг $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, третя група – 3 мг/кг $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, четверта група – поєднання сульфатів хрому (III) та кадмію, 2 мг/кг і 3 мг/кг). Для корекції важких металів

в організмі птиці до корму вводили 3 % від його маси у вигляді крупки фракції 1–3 мм (ТУ 05792908.002-97. “Цеоліт кормовий”) природну мінеральну добавку цеоліту.

Вміст важких металів у курячих яйцях визначали за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра Varian AA240Z.

Ефективність застосування мінеральної кормової добавки оцінювали за середньою продуктивністю курей-несучок кожної групи.

Оцінювали середню масу яєць зважуванням, добір яких для оцінки проводили за принципом випадкової вибірки в кінці досліду.

Товщину шкаралупи вимірювали мікрометром з точністю до 0,01 мм на трьох ділянках: екваторіальній частині, тупому на гострому полюсах, відокремивши підшкаралупну плівку.

Відносний вміст білка, жовтка та шкаралупи виражали у відсотках до маси яйця.

Цифровий матеріал опрацьовано за допомогою методів варіаційної статистики з визначенням вірогідності різниці між показниками у контрольній і до-

слідних групах. Для встановлення ступеня вірогідності результатів використовували значення критерію вірогідності за Студентом-Фішером при порогах вірогідності * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Результати та їх обговорення

Надходження в організм курок-несучок сульфату хрому у кількості 2 мг/кг та сульфату кадмію у кількості 3 мг/кг живої маси спричинило значне їх накопичення у яйцях порівняно з їх вмістом у контрольній групі.

Для зменшення концентрації важких металів в курячих яйцях згодовували цеоліт 3 % від маси корму.

Встановлено, що при введенні до раціону птиці цеоліту 3 % від маси корму всім піддослідним групам, порівняно з групами без його введення, сприяло зниженню вмісту важких металів в досліджуваних зразках складових яєць. Так, при хромовому навантаженні у білку ($P < 0,05$) та жовтку виявлено зниження у 1,7 раза і у шкаралупі – в 1,8 ($P < 0,01$) раза (рис. 1).

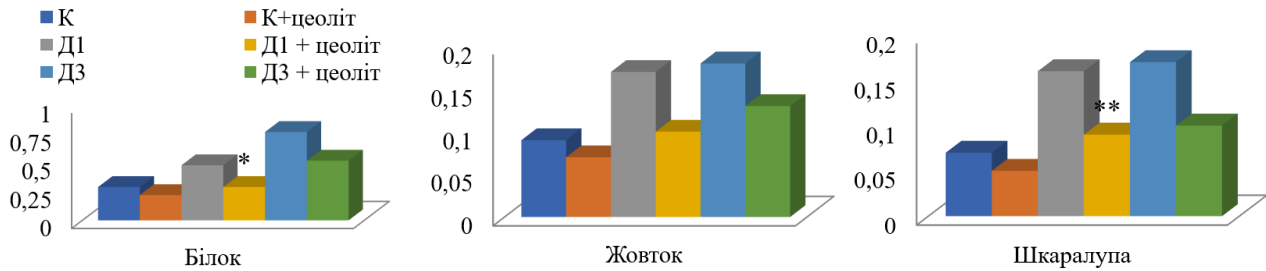


Рис. 1. Вміст Хрому у складових яйця піддослідних груп з добавкою цеоліту до раціону, мг/кг

У зразках з кадмієвим навантаженням зниження даного металу у білку, жовтку та шкаралупі становило відповідно 1,5 ($P < 0,05$); 1,6 ($P < 0,05$) та 3,2 ($P < 0,001$) раза щодо показника дослідної групи без сорбенту (рис. 2).

Аналогічна тенденція зниження вмісту важких металів спостерігається і при сукупному введенні токсикантів.

Таким чином, природний мінерал сприяв елімінації Хрому та Кадмію з компонентів яйця (жовток, білок, шкаралупа) щодо контролю.

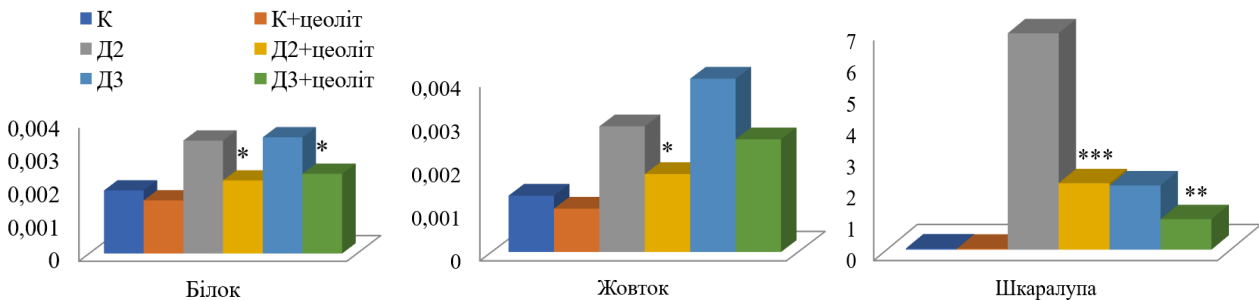


Рис. 2. Вміст Кадмію у складових яйця піддослідних груп з добавкою цеоліту до раціону, мг/кг

Порівнюючи показники якості яєць птиці, виявили незначне зростання маси яйця у піддослідних груп за корекції цеолітом, а саме: у першій групі на 3,7 %, відповідно у третій – на 1,9 % на фоні зниження показника у другій групі на 1,6 %.

Яйця курей першої дослідної групи за товщиною шкаралупи на 0,9 % переважали своїх контрольних

аналогів, а другої і третьої групи, навпаки, за даним показником поступалися на 1,2 та 0,6 % відповідно.

За складовими яйця птиці істотної різниці між контрольною і дослідними групами не виявлено. Однак в дослідних групах спостерігається тенденція до зростання відсоткового вмісту шкаралупи на 1,9 % у першій групі, на 2,8 % – у другій та на 4,0 % – у третій групі відносно контролю.

Порівнюючи показники якості яєць до і після введення до раціону курей цеоліту виявили вплив сорбенту на товщину шкаралупи у піддослідних групах (рис. 3).

Відомо, що на товщину шкаралупи впливає рівень мінерально-вітамінного живлення несучок. Введення до раціону птиці першої групи природного цеоліту сприяє потовщенню шкаралупи яєць на 6,6 % щодо показника без мінералу. Така ж тенденція спостерігається в другій і третій групах відповідно – на 7,1 % та 5,0 %, однак різниця між групами невірогідна.

Виявлено також тенденцію до зростання у дослідних групах з використанням цеоліту відсоткового вмісту маси яйця у першій групі на 1,9 %, у другій – на 1,8 % та у третій – на 2,3 % щодо показника без мінералу. В дослідних групах спостерігаються зміни у складових частинах яйця щодо показника контролю, а саме: зростання відсоткового вмісту шкаралупи у

першій, другій та третій групах відповідно на 1,0; 4,0 та 1,9 % (рис. 4).

Отже, на масу яйця та складові частини яйця піддослідних груп суттєвого впливу цеоліту не спостерігається, за винятком товщини та вмісту шкаралупи.

Таким чином, введення цеоліту до раціону птиці збільшує товщину шкаралупи – важливого показника товарної якості яєць і рівня мінерально-вітамінного живлення несучок.

За яєчною продуктивністю спостерігається її зниження щодо контролю у дослідних групах з хромокадмієвим сукупним та роздільним навантаженням, яка відповідно складала 19,6; 40,2 та 29,7 %.

Встановлено зростання виробництва яєць при використанні в раціоні птиці мінерального сорбенту. Так, валовий збір яєць у курей другої групи з хромовим навантаженням при споживанні з комбікормом цеоліту зріс на 11,1 % (рис. 5).

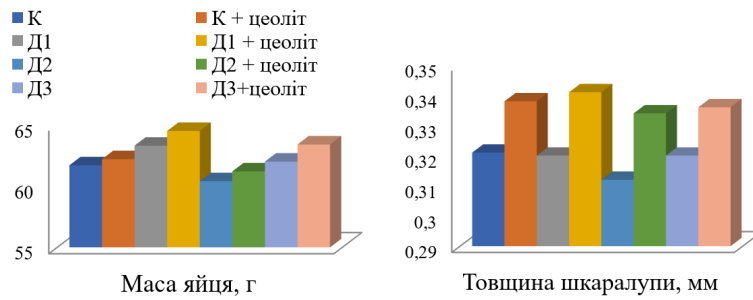


Рис. 3. Показники якості яєць з добавкою цеоліту до раціону

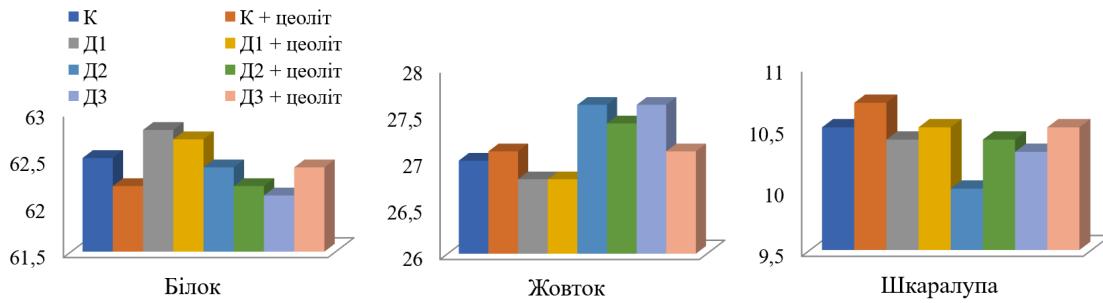


Рис. 4. Складові частини яйця, %

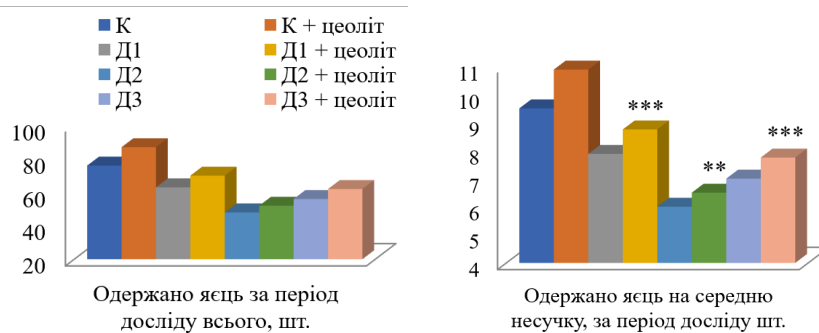


Рис. 5. Продуктивність птиці піддослідних груп з добавкою цеоліту до раціону

Найменшу кількість яєць за дослідний період отримали від курей другої групи з кадмієвим навантаженням, а введення до раціону природного мінералу збільшило їхню кількість за період дослідження на 8,3 %.

У третій групі за період експерименту при сукупному навантаженні важкими металами та при використанні цеоліту кількість яєць зросла на 10,7 %.

Аналогічна тенденція спостерігається у піддослідних групах і за кількістю одержаних яєць на середню несучку.

Висновки

Результати проведених досліджень підтверджують, що на продуктивність та якість продукції курей впливають іони Хрому та Кадмію, а введення кормового цеоліту в кількості 3 % від маси комбікорму до раціону птиці поліпшує рівень їх мінерального живлення, несучість та показник товарної якості яєць.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

- Bashchenko, M. I., Boiko, O. V., Honchar, O. F., Gutyj, B. V., Lesyk, Y. V., Ostapyuk, A. Y., Kovalchuk, I. I., & Leskiv, Kh. Ya. (2020). The effect of milk thistle, metiphen, and silimevit on the protein-synthesizing function of the liver of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 164–168. DOI: 10.15421/2020_276.
- Brezvyn, O. M., Guta, Z. A., Gutyj, B. V., Fijalovych, L. M., Karpovskiy, V. I., Shnaider, V. L., Farionik, T. V., Dankovych, R. S., Lisovska, T. O., Bushuieva, I. V., Parchenko, V. V., Magrelo, N. V., Slobodjuk, N. M., Demus, N. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2021). The influence of HamekoTox on the morphological and biochemical indices of the blood of laying hens in spontaneous fumonisin toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 249–253. DOI: 10.15421/2021_107.
- Demirulus, H. (2013). The Heavy Metal Content in Chicken Eggs Consumed in Van Lake Territory. *Ekoloji*, 22(86), 19–25. URL: <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/147046>.
- Kalachniuk, H. I. (2000). Biologichna diia sorbentiv v orhanizmi. Pratsi 2-ho zakhidnoukrainskoho sympoziumu z absorbtzii ta khromatohrafi. Lviv, 203–208 (in Ukrainian).
- Kurkina, S. V., & Rozputnii, O. I. (2012). Vmist vazhkykh metaliv u vidkhodakh ptakhokombinatu ta ekolohichni osoblyvosti yikh utylizatsii. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva*, 7, 117–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2012_7_36 (in Ukrainian).
- Kyryliv, Ya., Ratysh, I., & Stoianovska, H. (2005). Alunitova ruda i tseolit u kormakh dlia ptytsi. *Hodivlia tvaryn ta tekhnolohiia kormiv*, 3, 51 (in Ukrainian).
- Martyshuk, T. V., Gutyj, B. V., & Khalak, V. I. (2021). System of antioxidant protection of the body of piglets under the action of feed additive “Butaselmavit-plus”. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 4(2), 38–43. DOI: 10.32718/ujvas4-2.07.
- Martyshuk, T., Gutyj, B., Vyshchur, O., Paterega, I., Kushnir, V., Bigdan, O., et al. (2022). Study of Acute and Chronic Toxicity of "Butaselmavit" on Laboratory Animals. *Arch Pharm Pract.*, 13(3), 70–75. DOI: 10.51847/XHwVCyfBZ3.
- Moffett, Dzh., & Brodi, K. (1998). Atomno-absorbicijnyj analiz. *Jelektrotermicheskaia atomizacija i gibridnyj analiz*. Perv. i red. M. Ljubimova. Versija 3.1 (in Russian).
- Orobchenko, O. L. (2013). Monitorynhovi doslidzhennia vmistu neorhanichnykh elementiv u produktii ptakhivnytstva. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 4(125), 4–9. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps_2013_4_4 (in Ukrainian).
- Ostapyuk, A. Y., Holubieva, T. A., Gutyj, B. V., & Slobodian, S. O. (2021). The effect of sylimevit, metifen, and milk thistle on the intensity of the processes of peroxidation of lipids in the body of laying hens in experimental chronic cadmium toxicosis. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(4), 57–63. DOI: 10.15421/2021_199.
- Paraniak, R. P., Vasylytseva, L. P., & Makukh, Kh. I. (2007). Shliakhy nadkhodzhennia vazhkykh metaliv v dovkillia ta yikh vplyv na zhyvi orhanizmy. *Biologhiia tvaryn*, 9(3), 83–89. URL: <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/bt/2007/1/7.pdf> (in Ukrainian).
- Razanov, S. F., & Voitko, O. S. (2017). Monitorynh zabrudnennia produktii ptakhivnytstva vazhkykh metalamy v umovakh intensyvnogo zemlerobstva. *Zhurnal Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. Vinnytskyi natsionalnyi ahraryni universytet, 5, 224–231. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?lang=uk&id=13409> (in Ukrainian).
- Sachko, R. H., Lesyk Ya. V., Pylypets A. Z., & Grabovska O. S. (2013). Vmist vazhkykh metaliv u hrunti, kormakh ta biologichnomu materialu v ahroekologichnykh umovakh Lisostepu ta Polissia. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 15(3(57)), 415–421. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vmist-vazhkykh-metaliv-u-grunti-kormakh-ta-biologichnomu-materialu-v-ahroekologichnykh-umovakh-lisostepu-ta-polissya/viewer> (in Ukrainian).
- Snitynskyi, V. V., Solohub, L. I., & Antoniuk, H. L. (1999). Biologichna rol khromu v orhanizmi liudyny i tvaryn. *Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal*, 2, 5–9 (in Ukrainian).
- Sprynskyy, M., Buszewski, B., Terzyk, A. P., Namieśnik, J. (2006). Study of the selection mechanism of heavy metal (Pb²⁺, Cu²⁺, Ni²⁺, and Cd²⁺) adsorption on clinoptilolite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 304(1), 21–28. DOI: 10.1016/j.jcis.2006.07.068.
- Vakhtukovych, I. Yu. (2012). Doslidzhennia vmistu vazhkykh metaliv u kuriachykh yaitsiakh. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Hzhyskoho*, 14(3(53)), 26–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/doslidzhennya-vmistu-vazhkykh-metaliv-u-kuryachih-yaitsyah/viewer> (in Ukrainian).