

УДК 577.152:57.042

ВПЛИВ ТРИВАЛОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ВВЕДЕННЯ КАЛІЮ БІХРОМАТУ НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КРОЛІВ

О. Скаб¹, асистент, Г. Антоняк², д.б.н.,

Н. Хомич¹, здобувач, Н. Панас¹, к.б.н.

¹Львівський національний аграрний університет

²Львівський національний університет імені Івана Франка

Постановка проблеми. Забруднення компонентів навколишнього середовища важкими металами, у тому числі сполуками шестивалентного Хрому, – важлива екологічна проблема, пов'язана зі збільшенням ризику надходження металу в організм сільськогосподарських тварин і людини [2; 3; 7; 9; 11; 14]. Нині вплив Cr (VI) на організм все більше непокоїть, оскільки щорічно з промисловими відходами в компоненти навколишнього середовища надходить понад 10^5 т Хрому [12]. Майже 35% Хрому, що вивільняється з антропогенних джерел, є у формі сполук Cr (VI) (хромати, біхромати) [12]. Відомо, що Cr (VI), як і інші важкі метали, може мігрувати зі забрудненого ґрунту та поливної води в рослини, забруднювати корми тварин і сільськогосподарську продукцію, що в разі тривалого споживання призводить до порушення здоров'я людини і тварин [21].

Незважаючи на гостроту зазначених проблем з'ясуванню впливу Cr (VI) на організм нині присвячено значно менше досліджень порівняно з іншими важкими металами. Особливо це стосується сільськогосподарських тварин, які можуть зазнавати впливу цього металу в разі надходження через травний тракт (з кормом і водою) [13; 22] та нагромаджуватися у продуктах тваринництва [16]. Це призводить до порушень у стані здоров'я тварин і погіршення якості продуктів харчування тваринного походження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Хром, один із найпоширеніших елементів у природі, завдяки своїм фізичним властивостям (високій температурі плавлення, інертності до дії агресивних середовищ, високій спорідненості до кисню) ще з початку XIX ст. знаходить широке практичне застосування.

У природних сполуках цей елемент трапляється переважно у формі Cr^{3+} і Cr^{6+} , що відповідає валентностям Cr(III) і Cr(VI), які сильно різняться за своїми властивостями. Тривалентний Хром – необхідний для живлення людини і тварин мікроелемент [9; 15], шестивалентний, Cr (VI), навпаки, виявляє високу токсичність в організмі людини та в природних екосистемах [11; 25].

У наукових джерелах наявні дані, що в деяких випадках вміст хрому в печінці та нирках тварин, яких вирощують на тваринницьких фермах, значно перевищує фізіологічну норму, прийнятну для ссавців [10]. Показано, що

концентрація Хрому та інших важких металів у сироватці крові корів, яких утримують на звичайних тваринницьких фермах, вища, ніж у тварин, яких вирощують згідно з принципами ведення органічного сільського господарства [22]. Водночас наявні дані щодо підвищеного вмісту хрому в тваринних кормах [14; 24], молоці та інших видах сільськогосподарської продукції [17; 23], отриманих за умов ведення тваринництва на забруднених територіях. У багатьох експериментальних працях встановлено, що тривале надходження сполук Cr (VI) в організм тварин супроводжується низкою шкідливих ефектів у клітинах із порушенням діяльності життєво важливих органів і систем [19; 20]. Однак механізм впливу шестивалентного Хрому на функціональні показники крові досліджено недостатньо.

Постановка завдання. Наше завдання – дослідити вплив шестивалентного Хрому на гематологічні показники крові кролів за умов тривалого перорального введення у формі калію біхромату.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили на кролях-самцях породи «шампань» тримісячного віку, яких утримували за умов віварію та згодовували стандартний раціон з необмеженим доступом до води. Кролям дослідної групи внутрішньолунково вводили розчин $K_2Cr_2O_7$ в дозі 5 мг/кг маси щодоби впродовж 14-ти діб, тваринам контрольної групи – фізіологічний розчин у такому самому об'ємі, як досліджуваних речовин, за аналогічною схемою.

Матеріалом досліджень була периферична кров, яку отримували за декапітації тварин контрольної й дослідної груп на 14-ту добу після початку введення калію біхромату. У крові тварин визначали кількісний вміст еритроцитів [4], гематокрит крові, відносний вміст еритроцитів різного віку (молоді, зрілі та старі клітини) [7] й концентрацію гемоглобіну [5].

Результати досліджень свідчать, що внаслідок перорального надходження $K_2Cr_2O_7$ в організм кролів відбувається зменшення концентрації гемоглобіну в крові на 21% ($p < 0,05$), а кількість еритроцитів вірогідно не змінюється (табл. 1).

Відносний вміст різновікових популяцій еритроцитів у крові кролів, яким вводили калію біхромат упродовж 14 діб, вірогідно не змінюється (табл. 2). Однак у тварин дослідної групи вміст фракції старих еритроцитів поступово зменшується, водночас частка молодих еритроцитів поступово зростає. Щодо вмісту зрілих еритроцитів, які формують основну і найстабільнішу фракцію еритроїдних клітин у крові тварин і людини, то істотних змін цього показника в процесі досліджень не встановлено.

Таблиця 1

Кількість еритроцитів і концентрації гемоглобіну
в крові кролів, яким вводили $K_2Cr_2O_7$ ($M \pm m, n=5$)

Показник	Контроль	Введення $K_2Cr_2O_7$, 14 діб
Кількість еритроцитів, $1 \times 10^6 / \text{мм}^3$	$3,455 \pm 0,270$	$2,758 \pm 0,240$
Концентрація гемоглобіну в крові, г/л	$153,6 \pm 9,4$	$122,0 \pm 7,6^*$

Примітка: * – вірогідність різниць між контрольною і дослідною групами тварин ($p < 0,05$).

Отримані результати свідчать про те, що за умов введення Cr (VI) в організм тварин відбувається поступове вилучення з кровообігу старих еритроцитів та активується надходження в кров молодих еритроїдних клітин. Зазначимо, що подібне явище спостерігають в організмі тварин і людини під час розвитку гіпоксичних станів [1; 6]. Тому можна припустити, що внаслідок надходження Cr (VI) в організмі тварин виявляються умови гіпоксії, зумовлені інгібуванням клітинного дихання в мітохондріях під впливом цього металу [18], а також динамікою до зменшення вмісту гемоглобіну і відповідно пригніченням процесу постачання молекул кисню до тканин. За таких умов збільшення частки молодих еритроцитів у крові може бути однією з адаптаційних реакцій організму до впливу Хрому (VI).

Таблиця 2

Вплив $K_2Cr_2O_7$ на відносний вміст різновікових фракцій еритроцитів
у крові кролів ($M \pm m, n=5$)

Еритроцити	Контроль	Введення $K_2Cr_2O_7$, 14 діб
Молоді, %	$21,5 \pm 1,4$	$24,5 \pm 1,5$
Зрілі, %	$59,5 \pm 3,0$	$58,4 \pm 3,2$
Старі, %	$19,0 \pm 1,1$	$17,1 \pm 1,6$

Висновки. У процесі досліджень встановлено, що за умов введення калію біхромату пероральним шляхом у піддослідних тварин відбуваються зміни в гематологічних показниках, які загалом вказують на пригнічення процесів еритропоезу. Зокрема у кролів відбувається зменшення концентрації гемоглобіну в крові ($p < 0,05$). Щодо кількісного вмісту еритроцитів у крові тварин, яким вводили в шлунок калію біхромат, то цей показник вірогідно не змінюється під час експерименту. Проте встановлені результати щодо збільшення частки молодих еритроїдних клітин у крові тварин на 14-ту добу експерименту ($p < 0,05$) можуть свідчити про розвиток компенсаторних реакцій у системі еритропоезу на пригнічувальний вплив біхромату. Ймовірно, що інгібувальний вплив Хрому (VI) на активність

компонентів дихального ланцюга в мітохондріях клітин периферичних органів може сприяти розвитку тканинної гіпоксії, яка у свою чергу спричинює адаптаційні зміни в системі еритропоезу [18].

Бібліографічний список

1. Галенок В. А. Гипоксия и углеводный обмен / В. А. Галенок, В. Е. Диккер. – Новосибирск : Наука, 1985. – 193 с.
2. Екологічні аспекти оцінки стану ґрунтів сільських селітебних територій / Н. Палапа, І. Сігалова, С. Сенчук, О. Крикунова // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 5 (20). – С. 34–36.
3. Еколого-радіохімічний стан міських територій вуглевидобувного регіону (на прикладі м. Павлограда) / [Л. В. Бондаренко, В. А. Кириченко, С. О. Кравець та ін.]. // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 11–12. – С. 89–94.
4. Козловская Л. В. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования / Л. В. Козловская, А. Ю. Николаев. – М. : Медицина, 1984. – 288 с.
5. Кушаковский М. С. Клинические формы повреждения гемоглобина / М. С. Кушаковский. – Л. : Медицина, 1968. – 326 с.
6. Механизмы развития и компенсации гемической гипоксии / [М. М. Середенко, В. П. Дударев, И. И. Лановенко и др.]. – К. : Наук. думка, 1987. – 200 с.
7. Ричак Н. Л. Поведінка важких металів у ґрунтових покривах міських ландшафтів / Н. Л. Ричак // Вісник СумДУ. – 2006. – № 5 (89). – С. 145–148.
8. Сизова И. А. Безаппаратурный способ фракционирования красных клеток крови в градиенте плотности сахарозы / И. А. Сизова, В. В. Каменская, В. И. Феденков // Изв. Сиб. Отд. АН СССР. – 1980. – Т. 3. – № 15.
9. Сологуб Л. І. Хром в організмі людини і тварин. Біохімічні, імунологічні та екологічні аспекти / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Н. О. Бабич. – Львів : Євросвіт, 2007. – 127 с.
10. Contents of zinc, copper, chromium and manganese in silver foxes according to their age and mineral supplementation / [W. Cybulski, L. Jarosz, A. Chałabis-Mazurek et al.] // Vet Sci. – 2009. – N 12(3). – P. 339–345.
11. Das A. P. Biodegradation of the metallic carcinogen hexavalent chromium Cr(VI) by an indigenously isolated bacterial strain / A. P. Das, S. Mishra // J. Carcinog. – 2010. – Vol. 9. – P. 6.
12. EPA (Environmental Protection Agency). Chromium, Integrated Risk Information System / Washington D. C. // Office of Health and Environmental Assessment, U.S. EPA. – 1999.
13. Kumar S. Chromium (VI) influenced nutritive value of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) / S. Kumar, U. N. Joshi, S. Sangwan // Anim. Feed Sci. Technol. – 2010. – Vol. 160, N 3–4. – P. 121–127.
14. Near-anode focusing phenomenon caused by the high anolyte concentration in the electrokinetic remediation of chromium(VI)-contaminated soil / [D. Li, Z. Xiong, Y. Nie et al.] // J. Hazard Mater. – 2012. – Aug 30. – P. 229–230.
15. Effects of chromium propionate on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs / [J. O. Matthews, A. C. Guzik, F.M. Lemieux et al.] // J. Anim. Sci. – 2005. – Vol. 83, N 4. – P. 858–862.
16. Meluzzi A. Feeding hens diets supplemented with heavy metals (chromium, nickel, and lead) / A. Meluzzi, F. Simoncini, F. Sirri // Arch fur Geflugelkunde. – 1996. – Vol. 60. – P. 119–125.

17. Quantitative structure activity relationship and risk analysis of some heavy metal residues in the milk of cattle and goat / [F. Muhammad, M. Akhtar, I. Javed et al.] // *Toxicol Ind Health*. – 2009. – N 25(3). – P. 177–181.
18. Myers J. M. The intracellular redox stress caused by hexavalent chromium is selective for proteins that have key roles in cell survival and thiol redox control / J. M. Myers, W. E. Antholine, C. R. Myers // *Toxicology*. – 2011. – N 15; 281(1-3). – P. 37–47.
19. NTP (National Toxicology Program), 2008. NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of Sodium Dichromate Dihydrate (CAS No. 7789–12–0) in F344 // N Rats and B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). *Natl. Toxicol. Program Tech. Rep. Ser.* – 2008. – N 546. – P. 1–192.
20. Review of the evidence regarding the carcinogenicity of hexavalent chromium in drinking water / [R. M. Sedman, J. Beaumont, T. A. McDonald et al.] // *Sci. Health. C. Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev.* – 2006. – N 24. – P. 155–182.
21. Stasinis S. The uptake of nickel and chromium from irrigation water by potatoes, carrots and onions / S. Stasinis, I. Zabetakis // *Ecotoxicol Environ Saf.* – 2013. – Feb 19.
22. Heavy metals and other elements in serum of cattle from organic and conventional farms / [A. Tomza-Marciniak, B. Pilarczyk, M. Bąkowska et al.]. // *Biol Trace Elem Res.* – 2011. – N 143(2). – P. 863–870.
23. Estimation of chromium (VI) in various body parts of local chicken / [M. Tariq, R. Rabia, A. Sakhawat et al.] // *J. Chem. Soc. Pakistan.* – 2011. – Vol. 33(3). – P. 339-342.
24. The determination of chromium in feeds by flame atomic absorption spectrophotometry / J. Wang, B. Jia, L.P. Guo, Q.P. Lin // *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi.* – 2005. – N 25(7). – P. 1142–1144.
25. Carcinogenic lead chromate induces DNA double-strand breaks in human lung cells / [H. Xie, S.S. Wise, A. L. Holmes et al.] // *Mutat Res.* – 2005. – N 586(2). – P. 160–172.

Скаб О., Антоняк Г., Хомич Н., Панас Н. Вплив тривалого перорального введення калію біхромату на гематологічні показники крові кролів

Проведено дослідження гематологічних показників Хрому шестивалентного в крові кролів за умов тривалого експериментального введення $K_2Cr_2O_7$ в дозі 5 мг/кг маси щодоби. Отримані результати свідчать про те, що за умов надходження Хрому(VI) відбувається зменшення концентрації гемоглобіну в крові та поступове вилучення з кровообігу старих еритроцитів, що у свою чергу активується надходженням у кров молодих еритроїдних клітин, а також свідчать про інгібувальний вплив шестивалентного Хрому на процес еритропоезу.

Ключові слова: Хром, калію біхромат, еритроцити, гемоглобін, еритропоез.

Skab O., Antoniak H., Homich N., Panas N., The Influence of Continuous Peroral Administration of Potassium Dichromate on Hematological Blood Status of Rabbits

The article deals with the research of hematological status of hexavalent chromium in blood of rabbits under conditions of continuous experimental administration of $K_2Cr_2O_7$ daily 5 mg/kg body weight-based dose. The results of experiment show that under condition of delivery chromium (VI) the concentrations of hemoglobin in blood decreases. The old erythrocyte cells are withdrawn from bloodflow that activates incoming new erythroid cell in blood. The results of experiment show that under condition of delivery chromium (VI) hemoglobin concentration in blood decreases.

Key words: chromium, potassium dichromate, erythrocyte, hemoglobin, erythropoiesis

Скаб О., Антоняк Г., Хомич Н., Панас Н. Влияние длительного перорального введения калия бихромата на гематологические показатели крови кроликов

Проводились исследования гематологических показателей Хрома шестивалентного в крови кроликов в условиях длительного экспериментального введения $K_2Cr_2O_7$ в дозе 5 мг / кг в сутки. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в условиях поступления Хрома (VI) происходит уменьшение концентрации гемоглобина в крови и постепенное изъятие из кровообращения старых эритроцитов, что в свою очередь активируется поступлением в кровь молодых эритроидных клеток. Полученные результаты свидетельствуют об ингибирующем влиянии шестивалентного хрома на процесс эритропоэза.

Ключевые слова: Хром, калия бихромат, эритроциты, гемоглобин, эритропоэз.