

Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.

Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Veterinary sciences

ISSN 2518-7554 print

ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet10822

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

UDC 637.12.0

Content of heavy metals in cow milk-raw materials of Poltava district (Ukraine)

O. V. Kruchynenko¹✉, S. M. Mykhailiutenko¹, O. S. Klymenko²

¹Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

²“Tandem-2002” LLC, Poltava, Ukraine

Article info

Received 11.10.2022

Received in revised form

14.11.2022

Accepted 15.11.2022

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-099-062-64-96
E-mail: oleg.kruchynenko@pdaa.
edu.ua

“Tandem-2002” LLC,
Kondratenka Str., 6a,
Poltava, 36000, Ukraine.
Tel.: +38-095-600-69-66

Kruchynenko, O. V., Mykhailiutenko, S. M., & Klymenko, O. S. (2022). Content of heavy metals in cow milk-raw materials of Poltava district (Ukraine). Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 24(108), 154–158. doi: 10.32718/nvlvet10822

The concentration of heavy metals (Pb, Cd, Cu, As, Zn, Hg) in cow milk-raw materials was detected on the territory of the Poltava district (central part of Ukraine). Milk is one of a person's most valuable foods. It enriches the human body with necessary substances: proteins, fats, and carbohydrates, which are in balanced proportions and easily assimilated. At the same time, it contains different enzymes, vitamins, and low-molecular microelements, which are necessary to ensure the regular exchange of substances. On the other hand, the choice of cow's milk is considered to be one of the largest sources of food, which is contaminated by toxic elements. The work aimed to determine the level of heavy metals in milk-raw materials received from cows from personal peasant farms in the Poltava district (Ukraine). We divided working samples into three groups; they had a territorial affiliation with the Dykanka, Reshetylivka, and Poltava communities (8 each). The samples were immediately cooled, transported to the laboratory, and stored at -20 °C for further analysis. The research was carried out using atomic and absorption spectrometry based on the Regional State Laboratory of Veterinary Medicine in the Poltava region. The Mann-Whitney test was used to compare the results. The P value below 0.05 was considered significant. So, in the milk of the group of the Dykanka territorial community, the contents of Cu were at 0.05 ± 0.01 . In contrast, in the cows of the Poltava territorial community, this indicator was probably higher and made 0.08 ± 0.01 mg/kg ($P < 0.05$). The concentration of copper in the milk of animals of the Reshetylivka territorial community did not exceed 0.06 ± 0.01 mg/kg, and it did not have a reliable difference from other groups. Content of Zn is probably lower in the group of the Dykanka territorial community, compared to other groups (2.6 ± 0.13), while in the group of Poltava territorial community, its concentration was 3.3 ± 0.25 ($P < 0.05$), and in the group of the Reshetylivka territorial community – 3.45 ± 0.24 mg/kg ($P < 0.01$). In our studies, the range of heavy metals is presented as follows: $Zn > Pb > Cu > As > Cd > Hg$.

Key words: content, toxic elements, whole milk, cows.

Вміст важких металів у коров'ячому молоці-сировині Полтавського району (Україна)

O. V. Kruchynenko¹✉, S. M. Mykhailiutenko¹, O. S. Klymenko²

¹Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

²“TANDEM-2002” LLC, м. Полтава, Україна

На території Полтавського району (центральна частина України) визначено концентрацію важких металів (Pb, Cd, Cu, As, Zn, Hg) у коров'ячому молоці-сировині. Молоко належить до одного з найцінніших продуктів харчування людини. Воно збагачує організм людини необхідними речовинами: білками, жирами, вуглеводами, які містяться у збалансованих співвідношеннях і легко засвоюються. Водночас у ньому містяться різні ферменти, вітаміни, низькомолекулярні мікроелементи, які необхідні для забезпечення нормального обміну речовин. З іншого боку – незбиране коров'яче молоко вважається одним із найбільших джерел їжі, яке забруднене токсичними елементами. Метою роботи було визначити рівень важких металів у молоці-сировині, отриманого від

корів із особистих селянських господарств Полтавського району, Україна. Робочі зразки ми розділили на 3 групи, які мали територіальну приналежність до Диканської, Решетилівської й Полтавської громад (по 8 проб з кожної). Зразки негайно охолоджували, транспортували в лабораторію та до подальшого аналізу зберігали за -20°C . Дослідження проведено методом атомно-абсорбційної спектрометрії на базі Регіональної державної лабораторії ветеринарної медицини в Полтавській області. Для парного порівняння результатів використовували критерій Манна-Вітні. Значущими вважались відмінності між показниками у групах за $P < 0,05$. Так, у молоці групи Диканської територіальної громади вміст Cu був на рівні $0,05 \pm 0,01$, тимчасом як у корів Полтавської ТГ цей показник вірогідно вищий і становив $0,08 \pm 0,01$ мг/кг ($P < 0,05$). Концентрація міді у молоці тварин Решетилівської ТГ не перевищувала $0,06 \pm 0,01$ мг/кг й вона не мала достовірної різниці між іншими групами. Вміст Zn вірогідно нижчий у групі Диканської ТГ, порівняно з іншими групами ($2,6 \pm 0,13$), тимчасом як у групі Полтавської ТГ його концентрація була на рівні $3,3 \pm 0,25$ ($P < 0,05$), а у групі РТГ – $3,45 \pm 0,24$ мг/кг ($P < 0,01$). У наших дослідженнях ранжувальний ряд за рівнем важких металів поданий таким чином: $\text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Cd} > \text{Hg}$.

Ключові слова: вміст, токсичні елементи, незбиране молоко, корови.

Вступ

Молоко – перша доступна їжа для ссавців, яка забезпечує ріст та фізіологічний розвиток організму. Воно забезпечує новонароджених і немовлят необхідними поживними речовинами, поповнює енергією, запобігає дефіциту вітамінів, мікроелементів. У переважній більшості видів ссавців споживання молока закінчується наприкінці періоду лактації. Для людини молочні продукти залишаються невід’ємною частиною здорового збалансованого харчування навіть у зрілому та літньому віці. Їх захищають до важливої складової частини щоденного раціону (Givens, 2020). Водночас вміст токсичних речовин у молочних продуктах, які перевищують гранично допустимі концентрації, можуть становити загрозу для здоров’я населення (Ismail et al., 2017; Boudebbouz et al., 2021).

Упродовж останніх десятиріч простежуються негативні екологічні зміни в різних країнах світу. Поллютанти викидаються в повітря в результаті різноманітної промислової діяльності. Викликає суттєве занепокоєння антропогенний вплив на агроєкосистеми (надмірне застосування пестицидів, мінеральних добрив). Прослідковується порушення норм і правил застосування агрохімікатів. В Україні немає уніфікованого обліку отруєнь хімічними засобами. Отже, тенденція до надмірної акумуляції токсичних речовин в різних компонентах ландшафтів зберігається (WHO, 2007).

Проблема забруднення середовища різними хімічними речовинами актуальна насамперед тому, що важлива роль у циркуляції важких металів саме належить ґрунтам. Поллютанти, потрапляючи у ґрунт, можуть призводити до накопичення небажаних для сільськогосподарських угідь концентрацій, ставлять під загрозу родючість (Jiao et al., 2012; Dharma-Wardana, 2018). За надмірної кількості важких металів у ґрунті зменшується активність метаболічних процесів. Відбуваються морфологічні трансформації у структурі репродуктивних органів та інші зміни ґрунтової біоти (Bigalke et al., 2017). Застосування мінеральних фосфорних добрив призводить до вимивання поллютантів в ґрунтові води. Вони поглинаються культурами. Встановлено, що 23 % зерна пшениці урожаю 2018 року (Дніпропетровська область, Україна) має перевищення вмісту Кадмію. Для вторинної продукції (соломи) також характерне надвищення концентрації Кадмію (Chorna et al., 2018).

Перехід Cd та Pb з ґрунту в рослини, з яких в подальшому виробляють корми тваринам, здатний ускладнити виробництво безпечного молока (сирови-

ни для виробництва харчових продуктів) (Bigalke et al., 2017; Dharma-Wardana, 2018). Тому вирішенню наукових та практичних питань, пов’язаних із моніторингом важких металів у доквіллі, накопиченню в кормах, кормових добавках, воді, продукції рослинного, тваринного походження присвячено роботи багатьох науковців (Granados-Chinchilla et al., 2015; Buialska et al., 2018; Tutun et al., 2019; İslamoğlu et al., 2020).

В одному із систематичних оглядів показано потенційну токсичність важких металів, таких як Свинець (Pb), Ртуть (Hg), Кадмій (Cd), Залізо (Fe), Нікель (Ni), Алюміній (Al) та Мідь (Cu) у необробленому коров’ячому молоці. Встановлено, що найбільш неблагополучними були такі країни, як Індія, Туреччина й Пакистан (Boudebbouz et al., 2021).

Дослідженнями, проведеними у провінції Бені Суеф, Єгипт, встановлено, що концентрація Pb у всіх пробах молока від корів перевищувала гранично допустиму межу ($0,02$ мг/кг), встановлену національним стандартом (Meshref et al., 2014). Є помітні відмінності в рівнях As , Cd , Hg і Pb у зразках коров’ячого молока залежно від відбору проб у регіоні/країні. Логічно, що найвищі значення виявлено в екологічно забруднених зонах (Domingo, 2021). Результати дослідження на території Грузії показали, що концентрація токсичних елементів у більшості проб молока була досить постійною для всіх сіл і нижчою за допустимі рівні, за винятком семи проб (AlSidawi et al., 2021).

За даними українських дослідників, підбір оптимального типу годівлі корів сприяв зменшенню переходу важких металів в молочну сировину. У ході експерименту встановлено, що силосно-коренеплодний тип годівлі мав найменший перехід Cd та Pb з кормів раціону в молочну сировину. Так, коефіцієнт переходу Кадмію склав $0,24$, а Свинцю – $0,25$. Згідно з результатами проведеної роботи найінтенсивніша міграція Pb за силосо-сінажно-коцентратного типу годівлі: коефіцієнт переходу становив $0,39$, а за Cd – $0,34$ (Mamenko & Portiannik, 2019).

Згідно з дослідженнями Щербакової Н. С. та Максимової Ю. Ю. щодо концентрації токсичних елементів у коров’ячому молоці в Полтавській області, Україна – було встановлено, що деякі проби мали підвищений вміст Свинцю й Кадмію (Shcherbakova & Maksymova, 2019).

Мета дослідження

Беручи до уваги вищезазначене, метою роботи було визначити рівень важких металів у молоці-сировині, отриманим від корів із особистих селянських господарств Полтавського району (Україна). Задля досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання: дослідити вміст токсичних мікро - та макроелементів у коров'ячому молоці-сировині.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у березні 2021 року на базі Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області за адресою: Полтавська область, Полтавський район, село Горбанівка, вул. Миру 2.

Матеріалом досліджень було незбиране коров'яче молоко-сировина. Всього було досліджено 24 проби, що надходили для продажу на центральний ринок м. Полтави від корів одноосібних селянських господарств. Всі дослідні зразки ми розділили на 3 групи, які мали територіальну приналежність до Диканської, Решетилівської й Полтавської громад (по 8 проб з кожної). Зразки негайно охолоджували, транспортували у пластиковій тарі з написом, що містить порядковий номер проби і вид дослідження, яке необхідно провести, у лабораторію та до подальшого аналізу зберігали за температури -20 °С.

Вміст Міді, Цинку, Кадмію та Свинцю визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії з атомізацією у полум'ї атомно-абсорбційного спектрофотометра Varian AA 240-FS (ГОСТ 30178-96). Визначення рівня Миш'яку проводили за допомогою спектрофотометра Cary 50 та фотоелектроколориметра КФК-2 (ГОСТ 26930-86). Концентрацію Ртуті визначали за допомогою аналізатора Ртуті DMA-80 (EPA Method 7473 "Mercury in solid sand solutions by thermal decomposition amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry" & ISO 11212-2:1997(E) Part 2 "Determination of mercury content by atomic absorption spectrometry"). Гранично допустимий вміст токсичних елементів взятий згідно з наказом Державного депар-

таменту ветеринарної медицини № 107 від 27.09.2004 р.

Статистично-математичну обробку отриманих результатів досліджень вираховували на персональному комп'ютері з використанням програми STATISTICA 10 (StatSoft Inc., USA, 2011). Всі параметри розглядали як непараметричні дані, виражали як середнє значення \pm SE (стандартна помилка). Для попарного порівняння результатів використовували критерій Манна-Вітні. Значущими вважалися відмінності між показниками у групах за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

По перше, проводячи дослідження на органолептичні показники молока, звертали увагу на колір, смак, запах, консистенцію. За органолептичними показниками проби відповідали ДСТУ 3662:2018 "Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови" (DSTU, 2019). Всі проби мали білий або дещо жовтуватий колір, приємний специфічний запах, солодкуватий смак та однорідну без осаду консистенцію.

По друге, нами проведено дослідження вмісту важких металів у незбираному коров'ячому молоці на території Полтавського району (центральна частина України). За наслідками проведеної роботи встановлено концентрації важких металів (Pb, Cd, Cu, As, Zn й Hg мг/кг) у досліджених зразках молока, отриманого від корів Диканської (ДТГ), Решетилівської (РТГ) та Полтавської територіальних громад (ПТГ).

У ході роботи виявлено різні концентрації важких металів у дослідних зразках. Порівнюючи їх вміст у зібраному молоці з трьох територіальних громад Полтавського району, встановлено, що перевищення гранично допустимих норм не зафіксовано в жодній пробі. Концентрація Свинцю, Кадмію, Миш'яку та Ртуті в усіх дослідних зразках була нижчою за гранично допустимі норми і не мала вірогідної різниці. Зокрема вміст Pb був на рівні $<0,09$, Cd – $<0,01$, As – $<0,03$ й Hg, відповідно, – $<0,003$ мг/кг.

За даними результатів досліджень концентрації Міді й Цинку, наведених у таблиці 1, з'ясовано, що не всі досліджені групи мали вірогідну різницю між собою.

Таблиця 1

Оцінка різниці показників між двома вибірками за порівняння груп ДТГ та ПТГ і ДТГ та РТГ (n = 8)*

Досліджувані елементи	z-значення при порівнянні груп ДТГ та ПТГ	P value при порівнянні груп ДТГ та ПТГ	z-значення при порівнянні груп ДТГ та РТГ	Pvalue при порівнянні груп ДТГ та РТГ
Cu	-2,26	0,05	-0,58	0,57
Zn	-2,05	0,05	-2,36	0,01

Примітка: *U–тест Манна-Вітні; ДТГ – Диканська територіальна громада; ПТГ – Полтавська територіальна громада; РТГ – Решетилівська територіальна громада

На рис. 1. відображено вміст важких металів у незбираному коров'ячому молоці-сировині, отриманому від корів трьох дослідних груп. Так, у молоці групи ДТГ вміст Cu був на рівні $0,05 \pm 0,01$, тимчасом як у корів ПТГ цей показник вірогідно вищий і становив $0,08 \pm 0,01$ мг/кг ($P < 0,05$). Концентрація Міді у молоці тварин РТГ не перевищувала $0,06 \pm 0,01$ мг/кг й не

мала достовірної різниці між іншими групами. Вміст Zn – вірогідно нижчий у групі ДТГ, порівняно з іншими групами ($2,6 \pm 0,13$), тимчасом як у групі ПТГ його концентрація була на рівні $3,3 \pm 0,25$ ($P < 0,05$), а у групі РТГ – $3,45 \pm 0,24$ мг/кг ($P < 0,01$).

Наші дослідження збігаються з результатами авторів, які зробили висновок, що вміст Кадмію, Свинцю

та Миш'яку у молоці-сировині не перевищував гранично допустимих концентрацій (Sarsembayeva et al., 2019). Таку ж тенденцію спостерігали інші вчені, які з'ясували, що концентрації одинадцяти есенціальних, потенційно токсичних та токсичних елементів (As,

Ca, Cd, Cu, Fe, Hg, Mg, Ni, Pb, Se, Zn) у молоці окремих районів Словаччини були в межах норми (Toman et al., 2020). Подібні результати отримали також дослідники з Туреччини щодо вмісту важких металів у коров'ячому молоці-сировині (İslamoğlu et al., 2020).

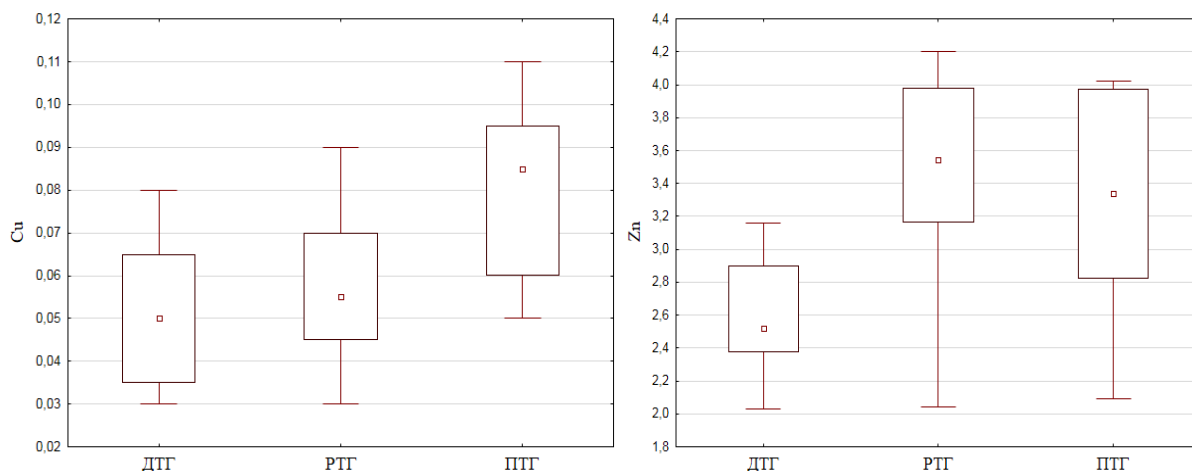


Рис. 1. Вміст Cu та Zn у незбираному коров'ячому молоці, отриманому від корів із Диканської, Решетилівської та Полтавської територіальних громад, мг/кг

Науковці провели дослідження й з'ясували, що ранжувальний ряд розміщення важких металів у фірмовому, молочному та домашньому коров'ячому молоці з регіону Дака, Бангладеш становив: Cr>Fe>Cu>Mn>Cd>Pb; Cr>Fe>Mn>Cu>Cd>Pb та Fe>Cr>Mn>Cu>Cd>Pb, відповідно (Muhib et al., 2016). У наших дослідженнях ранжувальний ряд за рівнем важких металів був представлений таким чином: Zn>Pb>Cu>As>Cd>Hg. Подібні результати отримали автори, які визначали забруднення коров'ячого молока важкими металами в Сербії. Згідно з їхніми даними – найвища середня концентрація в коров'ячому молоці була для Заліза (283,9 мг/кг), потім для Цинку (60,21 мг/кг) і Міді (4,404 мг/кг), а найнижча – для Кобальту і Свинцю (менше ніж 0,005 мг/кг) (Davidov et al., 2019).

Досить цікаві дослідження проведені щодо розробки методу аутентифікації (ідентифікації) зразків органічного молока в Північній Іспанії на основі його мікромінерального складу. У 98 зразках визначали чотирнадцять елементів. Хоча концентрації Co, Cr, Cu, I, Se та Zn були статистично вищими в звичайному молоці та As в органічному молоці, жоден з цих елементів сам собою не зміг відрізнити органічне та звичайне молоко. Результати довели, що модель, побудована за допомогою штучної нейронної мережі, здатна правильно визначити тип молока майже в 95 % випадків (Rodríguez-Bermúdez et al., 2018). Ми не можемо стверджувати, що досліджене нами молоко є органічним, проте воно на 100 % безпечне для споживання людям.

Висновки

З'ясовано середні показники концентрації деяких важких металів у необробленому коров'ячому молоці на території Полтавського району. Розподіл важких

металів щодо вмісту в молоці тварин можна подати у вигляді спадаючого ранжувального ряду Zn>Pb>Cu>As>Cd>Hg. Масова концентрація Цинку, Свинцю, Міді, Миш'яку, Кадмію і Ртуті відповідає гранично допустимим рівням. Досліджені проби молока, що надходили на центральний ринок міста Полтави, були безпечними щодо вмісту важких металів, оскільки не зафіксовано в жодній пробі перевищення рівня ГДК.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні вмісту важких металів у фермерських господарствах, промислових комплексах залежно від типу годівлі.

Відомості про конфлікт інтересів

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

References

- AlSidawi, R., Ghambashidze, G., Urushadze, T., & Ploeger, A. (2021). Heavy Metal Levels in Milk and Cheese Produced in the Kvemo Kartli Region, Georgia. *Foods*, 10(9), 2234. DOI: 10.3390/foods10092234.
- Bigalke, M., Ulrich, A., Rehmus, A., & Keller, A. (2017). Accumulation of cadmium and uranium in arable soils in Switzerland. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, 221, 85–93. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.11.035.
- Boudebouz, A., Boudalia, S., Bousbia, A., Habila, S., Boussadia, M. I., & Gueroui, Y. (2021). Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *The Science of the total environment*, 751, 141830. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141830.
- Buialska, N. P., Denysova, N. M., Kupchyk, O. Yu., & Prus, T. I. (2018). Research of heavy metals content in milk as

- an element of the implementation of HACCP. *Technical Sciences And Technologies*, 2(8), 179–187. DOI: 10.25140/2411-5363-2017-2(8)-179-187 (in Ukrainian).
- Chorna, V. I., Voroshylova, N. V., & Syrovatko, V. A. (2018). Cadmium distribution in soils of Dnipropetrovsk oblast and its accumulation in crop production. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 910–917. DOI: 10.15421/2018_293.
- Davidov, I., Kovacevic, Z., Strojjanovic, D., Pucarevic, M., Radinovic, M., Stojic, N., & Erdeljan, M. (2019). Contamination of Cow Milk by Heavy Metals in Serbia. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1). DOI: 10.22456/1679-9216.96366.
- Dharma-Wardana, M. W. C. (2018). Fertilizer usage and cadmium in soils, crops and food. *Environmental geochemistry and health*, 40(6), 2739–2759. DOI: 10.1007/s10653-018-0140-x.
- Domingo, J. L. (2021). Concentrations of toxic elements (As, Cd, Hg and Pb) in cow milk: A review of the recent scientific literature. *The International Journal of Dairy Technology*, 74, 277–285. DOI: 10.1111/1471-0307.12764.
- DSTU ISO 3662:2018 (2019). *Moloko-syrovyna korov'iache. Tekhnichniumovy. Chynnyivid 2019-01-01. Kyiv* (in Ukrainian).
- Givens, D. I. (2020). MILK Symposium review: The importance of milk and dairy foods in the diets of infants, adolescents, pregnant women, adults, and the elderly. *Journal of dairy science*, 103(11), 9681–9699. DOI: 10.3168/jds.2020-18296.
- Granados-Chinchilla, F., Mena, S. P., & Arias, L.M. (2015). Inorganic contaminants and composition analysis of commercial feed grade mineral compounds available in Costa Rica. *Food Contamination*, 2, 8. DOI: 10.1186/s40550-015-0015-1.
- İslamoğlu, F., Torul, O., Yazıcı, E., Duran, C., & KılıçkayaSelvi, E. (2020). Determination of some metal contents of cow's milk in Akçabaat district of Trabzon by ICP-MS. *Turkish Journal of Analytical Chemistry*, 2(2), 62–68. URL: <https://dergipark.org.tr/en/pub/turkjac/issue/59109/733701>.
- Ismail, A., Riaz, M., Akhtar, S., Goodwill, J. E., & Sun, J. (2017). Heavy metals in milk: global prevalence and health risk assessment. *Toxin Reviews*, 1–12. DOI: 10.1080/15569543.2017.1399276.
- Jiao, W., Chen, W., Chang, A. C., & Page, A. L. (2012). Environmental risks of trace elements associated with long-term phosphate fertilizers applications: a review. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, 168, 44–53. DOI: 10.1016/j.envpol.2012.03.052.
- Mamenko, O., & Portiannik, S. (2019). Influence of feeding types of cows on the content of heavy metals in milk. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 21(90), 37–48. DOI: 10.32718/nvlvet-a9007.
- Meshref, A.M.S., Moselhy, W.A. & Hassan, N.EH.Y. (2014). Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products. *Food Measure*, 8, 381–388. DOI: 10.1007/s11694-014-9203-6.
- Muhib, M. I., Chowdhury, M. A., Easha, N. J., Rahman, M. M., Shammi, M., Fardous, Z., Bari, M. L., Uddin, M. K., Kurasaki, M., & Alam, M. (2016). Investigation of heavy metal contents in Cow milk samples from area of Dhaka, Bangladesh. *International Journal of Food Contamination*, 3, 1–10. DOI: 10.1186/s40550-016-0039-1.
- Rodríguez-Bermúdez, R., López-Alonso, M., Miranda, M., Fouz, R., Orjales, I., & Herrero-Latorre, C. (2018). Chemometric authentication of the organic status of milk on the basis of trace element content. *Food Chemistry*, 240, 686–693. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.08.011.
- Sarsembayeva, N. B., Abdigaliyeva, T. B., Utepova, Z. A., Biltebay, A. N., & Zhumagulova, S. Z. (2019). Heavy metal levels in milk and fermented milk products produced in the Almaty region, Kazakhstan. *Veterinary world*, 13(4), 609–613. DOI: 10.14202/vetworld.2020.609-613.
- Shcherbakova, N. S., & Maksymova, Y. Y. (2019). The Influence of Toxic Elements on organoleptic Milk Indicators. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 153–158. DOI: 10.31210/visnyk2019.04.19 (in Ukrainian).
- Toman, R., Pšenková, M., & Tančin, V. (2020). The occurrence of eleven elements in dairy cow's milk, feed, and soil from three different regions of Slovakia. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 967–977. DOI: 10.5219/1461.
- Tutun, H., Kahraman, H. A., Aluc, Y., Avci, T., & Ekici, H. (2019). Investigation of some metals in honey samples from West Mediterranean an region of Turkey. *Veterinary research forum: an international quarterly journal*, 10(3), 181–186. DOI: 10.30466/vrf.2019.96726.2312.
- WHO “World Health Organization”. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution (2007).