

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-a10339

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

UDC 504.4.054:57.043

Radiological and chemical monitoring of water quality in the Yanivsky pond

N. T. Ivanyuk✉

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 08.09.2025

Received in revised form

13.10.2025

Accepted 14.10.2025

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-661-62-27
E-mail: ivanuk60@ukr.net

Ivanyuk, N. T. (2025). Radiological and chemical monitoring of water quality in the Yanivsky pond. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, 27(103), 324–328. doi: 10.32718/nvlvet-a10339

Analyzing the impact of the current economic situation in Ukraine, particularly in the Lviv region, the concept of comprehensive fisheries use of water bodies (both for obtaining high-quality fish products and for the purpose of organizing recreation for the population) has significant prospects. This is due to the real possibility of creating a balanced industrial load while preserving the original fish complex and maintaining the natural level of biological diversity of the hydroecosystems of small rivers in the region. Research into the distribution of heavy metals and radioactive elements in freshwater ecosystems is of considerable theoretical and practical value, helping to establish general patterns of migration and concentration of hazardous elements in hydrobiocenoses, as well as to identify the role of living organisms in these processes. Particular attention is paid to water quality, since there is no comprehensive assessment of dose loads on aquatic organisms, and no practical studies have been conducted to assess the cytogenetic and somatic effects of chronic exposure. The results of monitoring the water quality of the gross content and soluble forms of Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Hg, Pb, and Cr in the Yanivsky pond, located in the Lviv region, near the town of Ivano-Frankove and adjacent to the Roztochya reserve on the Vereshchytzia River, are presented. A comparison was made between the total content of heavy metals in water and the content of their dissolved forms, on the basis of which a series was constructed according to the increasing ratio of dissolved form/total content. The elements studied were ranked according to their heavy metal content, resulting in the following series: Fe > Mn > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb > Co > Cd > Hg; 2023 – Mn > Cr > Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Fe > Cd; 2024 – Cr > Ni > Mn > Cu > Fe. The research results can be used to analyze the ecological monitoring of the biological and chemical state of the aquatic environment of the Yanivsky pond, as well as to provide effective scientific support for the development of aquaculture in the region. Prospects for further research are related to the study of the impact of toxicants of various origins and radionuclides on the biological indicators of commercial fish species.

Keywords: Yanivsky pond, water quality, heavy metals, radionuclides, pollution.

Радіологічний та хімічний моніторинг якості води Янівського ставу

Н. Т. Іванюк✉

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

Аналізуючи вплив сучасної економічної ситуації, що склалася в Україні, зокрема у Львівській області, концепція комплексного рибогосподарського використання водойм (як для отримання якісної харчової рибної продукції, так і з метою організації відпочинку населення – рекреації) має відчутну перспективу. Обумовлено це реальною можливістю створення збалансованого промислового навантаження зі збереженням вихідного іхтіокомплексу та водночас утримання природного рівня біологічного різноманіття гідроекосистем малих рік регіону. Дослідження розподілу важких металів та радіоактивних елементів у прісноводних екосистемах має значну теоретичну і практичну цінність, допомагаючи встановити загальні закономірності міграції та концентрування небезпечних елементів у гідробіоценозах, а також виявити роль живих організмів у цих процесах. Особлива увага приділяється якості води, оскільки відсутня повна оцінка дозових навантажень на водні організми, а також не проводилися практичні дослідження для оцінки цитогенетичних і соматичних ефектів хронічного опромінення. Наведені

результати моніторингу якості води валового вмісту та розчинних форм Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Hg, Pb та Cr Янівського ставу, який розташований у Львівській області, поблизу смт. Івано-Франкове та прилягає до заповідника «Розточчя» на річці Верещиці. Проведено порівняння валового вмісту важких металів у воді з вмістом їх розчинених форм на основі якого побудовано ряд за збільшенням співвідношення розчинена форма/валовий вміст. Досліджувані елементи були проранжовані за вмістом важких металів, отримано наступний ряд: Fe > Mn > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb > Co > Cd > Hg; 2023 р. – Mn > Cr > Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Fe > Cd; 2024 р. – Cr > Ni > Mn > Cu > Fe. Результати досліджень можуть використатись для аналізу екологічного моніторингу біологічного і хімічного стану водного середовища Янівського ставу, а також при веденні ефективного наукового забезпечення розвитку аквакультури регіону. Перспективи подальших досліджень пов'язані із вивченням впливу токсикантів різного походження та радіонуклідів на біологічні показники промислових видів риб.

Ключові слова: Янівський став, якість води, важкі метали, радіонукліди, забруднення.

Вступ

Використання ядерної зброї, експлуатація підприємств атомної енергетики та сучасний рівень розвитку промисловості загострили проблему антропогенного впливу важких металів і радіонуклідів на довкілля, зокрема прісноводних екосистем (Gudkov et al., 2017; Novitskyi & Sapronova, 2025). Для України масштабність і актуальність даної проблеми постали ще у 1986 р. після аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), внаслідок якої значні території басейну річок Прип'яті та Дніпра зазнали інтенсивного радіонуклідного забруднення (Hudkov, 2023). Процеси природного самоочищення водою у Чорнобильській зоні відчуження відбуваються надзвичайно повільно тому, як наслідок, більшість озер, стариць та затонів залишаються забрудненими важкими металами і радіонуклідами із притаманною складною структурою розподілу та динамікою трансформації фізико-хімічних форм, що впливає на міграційну концентрацію в компонентах екосистем (Baby et al., 2011; Romashchenko et al., 2025).

З'ясування шляхів потрапляння радіонуклідів та важких металів в організм людини і тварин, оцінка природних умов забруднення харчових продуктів та формування дозових навантажень на сьогоднішній день є важливою складовою екологічної безпеки у забруднених регіонах України (Vradii, 2023; Patseva et al., 2023). Визначення радіаційно-екологічних підходів до раціонального використання забруднених земель з метою зниження рівнів опромінення населення та реабілітації небезпечних територій – актуальне завдання, яке належить до основних стратегічних засад державної екологічної політики та радіаційної безпеки (Kharytonov et al., 2019; Demchuk et al., 2022).

Головними антропогенними джерелами надходження важких металів у навколишнє середовище є промислові підприємства, зокрема теплові електростанції, металургійні заводи та транспорт, оскільки їх діяльність і технологічні процеси здебільшого не обладнанні надійними системами очищення газових викидів, що спричиняє сильне забруднення атмосфери в прилеглих районах (Vradii, 2023; Novitskyi & Sapronova, 2025). Серед цих забруднювачів особливе місце посідають важкі метали, такі як – Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cr, Pb, Co, Cd, Hg, вони виконують подвійну функцію в біологічних системах, з одного боку, мікроелементи, Марганець (Mn), Залізо (Fe), Кобальт (Co), Мідь (Cu) та Цинк (Zn) відносяться до необхідних-біотичних. При

невеликих фізіологічних дозах важкі метали виступають ключовими для регуляції обміну речовин, оскільки входять до складу вітамінів, ферментів та гормонів. Проте, їхній надлишок призводить до порушення життєво важливих фізіологічних функцій – Ртуть (Hg), Свинець (Pb), Кадмій (Cd) є високотоксичними, проявляючи канцерогенну і мутагенну дії (Korzhenyvska et al., 2019; Bychkov et al., 2021).

На даний час існують значні прогалини в дослідженнях (наприклад, щодо видоспецифічного накопичення радіонуклідів гідробіонтами та їх розподілу в екосистемах), відсутня повна оцінка дозових навантажень (від зовнішнього та внутрішнього опромінення) на водні організми, а також не проводилися практичних досліджень для оцінки цитогенетичних і соматичних ефектів хронічного опромінення на цих організмах. Головна особливість важких металів – стійкість, на відміну від радіонуклідів та органічних хімічних забрудників, вони не підлягають радіоактивному розпаду і деградують з часом. Натомість, лише змінюють свою форму існування, перерозподіляються та поступово накопичуються в різних абіотичних і біотичних компонентах гідроекосистеми.

Мета дослідження

Мета дослідження полягає у визначенні вмісту важких металів (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd, Hg, Pb, Cr) та радіонуклідів ^{90}Sr і ^{137}Cs води Янівського ставу, за для встановлення закономірностей розподілу даних елементів у системі вода – завислі речовини, а також вивчення кількісних характеристик вмісту.

Матеріал і методи досліджень

Визначення концентрації важких металів (Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cr, Pb, Co, Cd, Hg) у воді проводили на базі навчальної лабораторії кафедри біотехнології та радіології Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького. Вміст металів досліджували методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Для цього попередньо проводили відповідну пробопідготовку: зразки води, відібраних з декількох її частин, висушували до сухого залишку при температурі $+95 \pm 5$ °C. Після цього проводили суху мінералізацію наважок у муфельній печі при температурі 450 ± 5 °C впродовж 10–12 год із подальшим розчиненням зольного залишку в розчині азотної кислоти. Ступінь

поглинання світла проводили при характерних спектрах поглинання для кожного металу: Mg – 285,2 нм; Fe – 248,3 нм; Zn – 213,9 нм; Cu – 324,7 нм; Pb – 283,3 нм; Mn – 279,5 нм і Cd – 228,8 нм. Розрахунок вели за калібрувальним графіком, побудованим із використанням стандартних державних зразків складу розчинів.

Дослідження та контроль вмісту радіонуклідів води здійснювали за допомогою сцинтиляційного спектрометру “Сег-001”АКП-С” (DSTU ISO 10703-2001), для обробки спектрів користувалися пакетом програмного забезпечення АК-1. Діапазон вимірювання спектрометру – 50-3000 Бк/м³ (що дозволяє забезпечити радіоекологічний контроль в об’єктах навколишнього середовища згідно з нормативами ДР-2006).

Відбір проб виконано відповідно до вимог ДСТУ ISO 5667-4-2001, фільтрування для визначення вмісту розчинених форм важких металів проводили на місці відбору.

Результати та їх обговорення

Аналізуючи вплив сучасної економічної ситуації, що склалася в Україні, зокрема у Львівській області,

концепція комплексного рибогосподарського використання водойм (як для отримання якісної харчової рибної продукції, так і з метою організації відпочинку населення – рекреації) має відчутну перспективу. Обумовлено це реальною можливістю створення збалансованого промислового навантаження зі збереженням вихідного іхтіокомплексу та водночас утримання природного рівня біологічного різноманіття гідроекосистем малих річок регіону.

Янівський став – рукотворна водойма площею 193 га у Львівській області, розташована поблизу смт. Івано-Франкове, що прилягає до заповідника “Розточчя”, утворився на річці Верещиці, має русла спрямовані в обвідні канали для збереження водойми, а також місце відпочинку та зимівлі птахів.

Моніторинг якості води Янівського ставу (2023–2024 рр.) важкими металами наведено у таблиці 1 та 2. Додатково зазначено співвідношення між валовою та розчиненою формами, для порівняння представлені нормативи гранично-допустимих концентрацій рибгосподарств (ГДК р-г) і побутового (ГДК пб) водокористування, а також цільові значення згідно рекомендацій TNMN (значення подані для валового вмісту (ВВ) та розчинених форм (РФ).

Таблиця 1

Результати визначення вмісту важких металів (Fe, Mn, Zn, Ni, Cu) у воді Янівського ставу

Показник	Fe		Mn		Zn		Ni		Cu	
рік	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Валовий вміст, мкг/дм ³										
Важкі метали	1200	360	52	27	23	≥10	9,0	6,0	6,3	2,1
Розчинені форми, мкг/дм ³										
Важкі метали	220	140	32	16	14	≥10	5,4	2,5	2,0	1,6
Співвідношення розчинна форма / валовий вміст, %										
Важкі метали	18	36	63	79	52	–	54	83	32	76
Нормативи вмісту металу у воді мкг/дм ³										
ГДК пб	300		100		1000		100		1000	
ГДК р-г	50		10		10		10		5	
TNMN (ВВ)	–		–		100		50		20	
TNMN (РФ)	–		–		5		1		2	

Отримані результати дослідження якості води свідчать, що понаднормове значення важких металів у воді (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg), зокрема вміст розчинених форм перевищує цільові показники за рекомендаціями TNMN. Такі дані пов’язані із потенційними джерелами забруднення важкими металами через місцеву господарську діяльність, скидами річок, яка протікає між населеними пунктами (річка Верещиця), а також промисловими чи сільськогосподарськими стоками. Середній вміст

важких металів за валовим вмістом та розчиненою формою складає, для валового вмісту Fe – 630 мкг/дм³; Mn – 37 мкг/дм³; Zn – 17 мкг/дм³; Cu – 3,6 мкг/дм³; Ni – 5,1 мкг/дм³; Cr – 2,8 мкг/дм³; Pb – 0,94 мкг/дм³; Co – 0,93 мкг/дм³; Cd – 0,059 мкг/дм³; Hg – 0,041 мкг/дм³; для розчинених форм Fe – 230 мкг/дм³; Mn – 23 мкг/дм³; Zn – менше 10 мкг/дм³; Ni – 3,0 мкг/дм³; Cu – 2,1 мкг/дм³; Cr – 1,9 мкг/дм³; Pb – 0,45 мкг/дм³; Co – 0,28 мкг/дм³; Cd – 0,016 мкг/дм³.

Таблиця 2

Результати визначення вмісту важких металів (Cr, Pb, Co, Cd, Hg) у воді Янівського ставу

Показник	Cr		Pb		Co		Cd		Hg	
рік	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Валовий вміст, мкг/дм ³										
Важкі метали	5,4	1,9	2,0	0,52	1,3	0,28	0,072	0,026	≥0,02	0,04
Розчинені форми, мкг/дм ³										
Важкі метали	4,0	1,3	0,92	≥0,2	0,36	≥0,1	0,031	0,004	–	–
Співвідношення розчинна форма / валовий вміст, %										
Важкі метали	74	68	46	≥38	28	≥36	43	≥15	–	–
Нормативи вмісту металу у воді мкг/дм ³										
ГДК пб	–		30		100		1		0,5	
ГДК р-г	–		100		10		5		0,01	
TNMN (ВВ)	50		5		–		1		0,1	
TNMN (РФ)	2		1		–		0,1		0,1	

Порівняння валового вмісту важких металів у воді з вмістом їх розчинених форм на основі якого побудовано ряд за збільшенням співвідношення розчинена форма/валовий вміст. Досліджувані елементи були проранжовані за вмістом важких металів, отримано наступний ряд: Fe > Mn > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb > Co > Cd > Hg; 2023 р. – Mn > Cr > Pb > Cu > Zn > Ni > Co > Fe > Cd; 2024 р. – Cr > Ni > Mn > Cu > Fe.

Радіаційний моніторинг довкілля – це комплексна інформаційно-технічна система регулярних спостережень за радіаційним станом навколишнього середовища, процесами міграції та накопичення радіонуклідів, потенційно небезпечними явищами тощо, яка реалізується за допомогою спеціального обладнання (систем, комплексів чи окремих приладів) для оцінювання та прогнозування радіаційного стану довкілля. Моніторинг проводять шляхом вимірювання щільності забруднення радіонуклідами ґрунту та об’ємної активності радіонуклідів у повітрі, підземних, поверхневих і стічних водах, донних відкладах, біоті, продуктах харчування тощо.

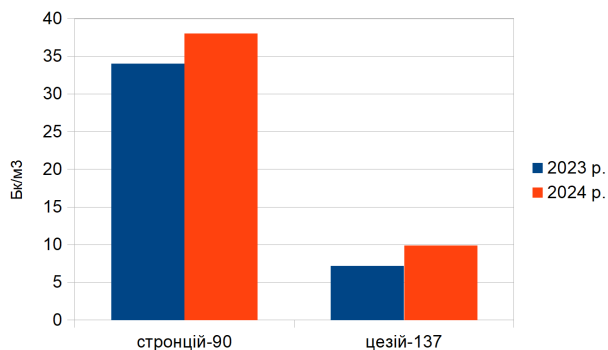


Рис. 1. Динаміка вмісту ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs протягом 2023–2024 рр. у воді Янівського ставу протягом періоду дослідження

Радіонукліди водного середовища вступають у взаємодію із наявними органічними та неорганічними речовинами, які зазнають реакції сорбції-десорбції, випадають у осад, поглинаються гідробіонтами з подальшим виділенням із продуктами метаболізму, що визначає рівень забруднення води радіонуклідами. Загалом така взаємодія радіонуклідів досить складна, вона включає комплексоутворення, гідроліз, створення колоїдів та суспензій, тому при здійсненні моніторингу води, зважають також на фізико-хімічні форми існування радіонуклідів, що містяться у ній. Динаміка вмісту радіонуклідів у воді Янівського ставу визначається періодами напіврозпаду радіонуклідів, виносом-надходженням із водними масами, сорбцією-десорбцією у донних покладах, накопичення-виділення гідробіонтами, перенесенням у складі іхтіо- та орнітофауни (рис. 1).

Нашими дослідженнями водойм ставу на ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs протягом 2023-2024 рр. встановлено кардинальну трансформацію радіонуклідів та зниження частки активності, об’ємна активність стронцію-90 коливалась у межах 30-40 Бк/м³ і в середньому становила 34 Бк/м³ (у 2023 р. – 38 Бк/м³); цезію-137 – в межах 2,4-15 Бк/м³ за середнього значення 7,2 Бк/м³ (у 2023 р. – 9,9 Бк/м³).

Висновки

Якість води на пряму залежить від зони розташування та людського фактору. Визначено та проаналізовано вміст важких металів у воді Янівського ставу, отримані результати порівняли з деякими українськими нормативами та рекомендаціями TNMN, які регламентують вміст важких металів у масивах поверхневих вод – перевищує використані нормативи, а саме Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg.

Дослідженнями водойм ставу на ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs протягом 2023-2024 рр. встановлено кардинальну

трансформацію радіонуклідів та зниження частки активності.

Результати досліджень можуть використатись для аналізу екологічного моніторингу біологічного і хімічного стану водного середовища Янівського ставу, а також при веденні ефективного наукового забезпечення розвитку аквакультури регіону. *Перспективи подальших досліджень* пов'язані із вивченням впливу токсикантів різного походження та радіонуклідів на біологічні показники промислових видів риб.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Baby, J., Raj, J., Biby, E., Sankarganesh, P., Jeevitha, M., Ajisha, S., & Rajan, S. (2011). Toxic effect of heavy metals on aquatic environment. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(4). DOI: 10.4314/ijbcs.v4i4.62976.
- Bychkov, S. A., Kyriienko, P. G., Varlamov, Y. M., Betin, O. V., & Mirsultanova, L. R. (2021). Reconstruction of treatment facilities for wastewater treatment at Antonov State Enterprise. *Environmental Safety and Natural Resources*, 37(1), 35–43. DOI: 10.32347/2411-4049.2021.1.35-43.
- Demchuk, L. I., Patseva, I. H., & Uvaeva, O. I. (2022). History of the development of scientific and pedagogical education system in Ukraine: collective monograph. Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing.
- DSTU ISO 10703-2001. Zakhyst vid radiatsii. Vyznachennia obiemnoi aktyvnosti radionuklidiv metodom hamma-spektrometrii z vysokoju rozdilnoiu zdalnistiu K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 15 s. (in Ukrainian).
- DSTU ISO 5667-4-2001. Yakist vody. Vidbyrannia prob. Ch. 4. Nastanovy shchodo vidbyrannia prob iz ozer, shtuchnykh i pryrodnykh vodoim. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2004. 10 s (in Ukrainian).
- Gudkov, D., Shevtsova, N., Pomortseva, N., Dzyubenko, E., Yavnyuk, A., Kaglyan, A., & Nazarov, A. (2017). Aquatic plants and animals in the Chernobyl exclusion zone: effects of long-term radiation exposure on different levels of biological organization. In *Genetics, Evolution and Radiation: Crossing Borders, The Interdisciplinary Legacy of Nikolay W. Timofeeff-Ressovsky* (pp. 287-302). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-48838-7_24.
- Hudkov, D. I. (2023). Vplyv tryvaloho radionuklidnoho zabrudnennia na vodni orhanizmy: Stenohrama dopovidi na zasidanni Prezydii NAN Ukrainy 4 zhovtnia 2023 roku. *Visnyk Nacionalnoi Akademii Nauk Ukrainy*, 12, 80–86. DOI: 10.15407/visn2023.12.080 (in Ukrainian).
- Kharytonov, M. M., Babenko, M. H., Sytnyk, S. A., & Maslikova, K. P. (2019). Ecological assessment of water quality of Samotkan river in the area of polymetallic ores mining. *Agrology*, 2(1), 22–26. DOI: 10.32819/2617-6106.2018.14013.
- Korzhenyvska, P. O., Sharamok, T. S., & Beletska, O. V. (2019). Environmental status of the taromsky fisheries (Ukraine). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 19(2), 129–140. URL: https://du.lv/wp-content/uploads/2022/02/Korzhenyvska_19_2.pdf.
- Marenkov, O., Korzhenyvska, P., & Golub, I. (2022). Accumulation of radionuclides of natural and artificial origin by fish of the Pervotravensk reservoir. *Ecological Sciences*, 42(3), 43–48. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.7.
- Mashkova, K., & Sharamok, T. (2022). Analysis of heavy metal content in water and muscles of crucian carp (*Carassius gibelio*) in the samara river of the Dnipropetrovsk region. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 48(2), 124–130. DOI: 10.32845/agrobio.2022.2.17.
- Novitskyi, R., & Sapronova, V. (2025). Aspekty monitorynhu vazhkykh metaliv ta radionuklidiv v hidrobiontach ta abiotychnykh komponentakh vodnykh ekosystem Prydniprovia yak element biobezpeky. *LDUBZhD*, 332–348. DOI: 10.32447/bcet.2025.22 (in Ukrainian).
- Patseva, I. H., Alpatova, O. M., Demchuk, L. I., Kireitseva, H. V., & Levytskyi, V. H. (2022). Suchasnyi stan na-vkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v umovakh vplyvu viiny. *Ekolohichni nauky: nauково-praktychnyi zhurnal*, 4(43), 19–22. DOI: 10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.3 (in Ukrainian).
- Romashchenko, M., Faybishenko, B., Onopriienko, D., Hapich, H., Novitskyi, R., Dent, D., & Roubik, H. (2025). Prospects for restoration of Ukraine's irrigation system. *Water International*, 50(2), 104–120. DOI: 10.1080/02508060.2025.2472718.
- Vradii, O. I. (2023). Vplyv rivnia mineralizatsii pytnoi vody na vmist v nii vazhkykh metaliv. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 4(31), 192–208. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-4-14 (in Ukrainian).