

УДК 504.5:627.221

DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-14

## ВПЛИВ РІВНЯ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ПИТНОЇ ВОДИ НА ВМІСТ В НІЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

**О.І. ВРАДІЙ**, кандидат с.-г. наук,  
Вінницький національний аграрний  
університет

*Досліджено, що вода є безцінним ресурсом, без якого неможливе існування всього живого на планеті. А забезпечення населення якісною питною водою є основою вирішення головної проблеми екологічної безпеки, яка стосується гідросфери планети. Експерти ВООЗ встановили, що причиною 80% усіх захворювань у світі є порушення санітарно-гігієнічних та екологічних норм забезпечення населення питною водою та її незадовільна якість. Ця проблема актуальна і для нашої країни. Питне водопостачання в Україні характеризується тим, що понад 70% усієї споживаної суспільством питної води видобувається з поверхневих джерел і тому залежить від рівня екологічного навантаження на них. Вода річок та інших джерел водопостачання може бути забруднена речовинами, що потрапили в неї з промисловими, побутовими і сільськогосподарськими скидами. Через недостатньо очищену та незаражену воду можуть передаватись різні інфекційні захворювання (вірусний гепатит А, ротова інфекція, черевний тиф, паратиф, дизентерія та інші кишкові інфекції), а також яйця гельмінтів, збудники протозойних захворювань. Збудники хвороб можуть потрапляти у воду з різними домішками та відходами, тому безпека води в умовах епідемій є однією з головних вимог сьогодення.*

*Вивчено вплив рівня мінералізації питної води на концентрацію в ній важких металів. Проаналізовано стан питного водопостачання в Україні, охарактеризовано забруднення природних вод та заходи щодо підвищення якості питної води. Дослідження водопровідної, криничної та води зі свердловин проводили в межах м. Буськ Золочівського району Львівської області.*

*Встановлено, що за підвищення рівня мінеральної частки у питній воді спостерігалось збільшення в ній концентрації важких металів – Pb, Cd, Zn та Cu. Побутове доочищення питної води (криничної, зі свердловини та водопровідної) сприяло зниженню мінеральної її частки, що позитивно відобразилось і на зниженні в ній важких металів, зокрема, Pb у 1,5 – 2,5 раз, Cd у 1,6 – 2,0 раз, Zn у 1,6 – 2,7 раз та Cu у 1,9 – 3,0 раз. Проаналізовано питання охорони праці та захисту населення.*

**Ключові слова:** питна вода, концентрація, важкі метали, якість питної води, свердловина, водопостачання.

**Табл. 13. Рис. 3. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Забезпечення населення водою належної якості і у достатній кількості є однією з провідних проблем екологічної безпеки, оскільки її розв'язання впливає на здоров'я громадян. Якісна питна вода є вагомим фактором забезпечення благополуччя населення України та Львівської області зокрема. Якість питної води, яку отримують мешканці із централізованих мереж водопостачання, залежить від різних чинників, основними з яких є наявність водних ресурсів в регіоні, їх санітарний стан, якість води джерела питного водопостачання, технічний рівень та відповідність систем очищення й розподілу води, стан водогонів, ефективність водоохоронних заходів [1].

У той же час, питна вода, яка поступає через водопровідну систему населенню не завжди відповідає встановленим санітарно-гігієнічним вимогам, та потребує покращення, адже поки вона дійде до споживача, пройде на своєму шляху кілометри. Тому її якість і безпечність цілком залежать від стану водогонів, які наразі часто мають невтішний стан (втрачають міцність, безпечність, герметичність, довговічність) [2].

Утворення корозії є основним недоліком в експлуатації труб водогону. Від природного складу води залежить швидкість та характер утворення корозії. Споживання невідповідної якості питної води може погано вплинути на здоров'я людини. Вживаючи неякісну воду для пиття та приготування їжі, купаючись та плаваючи, займаючись спортом в такій воді, – людина наражає себе на негативні наслідки.

В.В. Бабієнко зазначає, що «у випадку вживання неякісної води створюється реальна небезпека розвитку інфекційних і неінфекційних захворювань. За даними ВООЗ, загальне число людей, які вмирають через неякісну і небезпечну питну воду, перевершує число жертв усіх форм насильства, включаючи війни та збройні конфлікти. Саме тому надзвичайно важливі гігієнічна роль води і її значення для профілактики інфекційних і неінфекційних захворювань» [3]. Також природна вода може викликати ряд захворювань через нестачу або надлишок окремих хімічних елементів і сполук [4].

У Національній доповіді «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році» зазначається, що «питне водопостачання України майже на 80 відсотків забезпечується з поверхневих джерел і на 20 відсотків – з підземних» [5].

Екологічний стан поверхневих водних об'єктів і якість води в них є вирішальними чинниками санітарного та епідеміологічного благополуччя населення. Потенціальні запаси поверхневих вод України оцінюються близько 209 куб. км на рік, з яких 25 відсотків формується у межах держави [6].

Водночас більшість басейнів річок згідно з гігієнічною класифікацією водних об'єктів за ступенем забруднення можна віднести до забруднених та дуже забруднених. Наявні очисні споруди та технології очистки, знезараження питної води не спроможні очистити її до рівня показників безпеки. Останні роки позначилися як посушливі та маловодні. Це закономірно призвело до погіршення якісних показників вод [7].

У «Зеленій книзі щодо регулювання ринку водопостачання та водовідведення», підготовленій експертами Офісу ефективного регулювання зазначається, що «водні об'єкти України покривають площу у 24,2 тис. км<sup>2</sup>, що становить 4,0% від її загальної території (603,7 тис. км<sup>2</sup>). До цих об'єктів належать річки, озера, водосховища, ставки, канали тощо. Територія України має не дуже густу річкову мережу (середнє значення – 0,34 км/км<sup>2</sup>), тут немає великих природних водойм і не багаті запаси підземних вод. Болота, що були природним регулятором водності річок, нині наполовину осушені. Отже, водні

природні ресурси України – це, насамперед, місцевий і транзитний стік річок, водні запаси озер, штучних водойм і підземних горизонтів. Експерти також наголошують, що Україна належить до найменш забезпечених власними водними ресурсами країн Європи і є одним із регіонів зі значним антропогенним навантаженням на водні джерела та нестачею достатньої кількості прісної води. Якість води джерел водопостачання є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» [8].

Загальний ресурс підземних вод України (прогнозований) складає 61 689 тис. куб. м на добу, розподіляються по території України нерівномірно. Більша частина їх знаходиться на півночі та заході. Через неналежну сільськогосподарську практику, через забруднення комунальними, промисловими та сільськогосподарськими підприємствами водних об'єктів на фоні потепління та зміни клімату спричинили зникнення з карти України тисяч малих річок, суттєвого зменшення водності головних водних артерій, знищення водних та навколоводних екологічних систем [9].

Відомо, що по Україні централізоване питне водопостачання мають майже сто відсотків міст, дев'яносто відсотків селищ міського типу, близько тридцяти відсотків сільських населених пунктів. Централізоване водовідведення забезпечено у більшості міст, трохи більше, ніж 50% смт. та менше трьох відсотків сіл. При цьому аварійний стан мають близько сорока відсотків водопровідних та каналізаційних мереж. Такі області, як Волинська, Рівненська, Харківська, Чернігівська та м. Київ забезпечені цілодобовим водопостачанням [9].

Незадовільний санітарно-технічний стан водопровідних споруд і мереж, великий відсоток їх зношеності (у різних регіонах 30 – 70 %) несвоєчасне проведення капітальних та поточних ремонтних робіт, не своєчасне ліквідації аварій, – впливають на якість питної води систем централізованого водопостачання. Деякі регіони взагалі гостро відчувають потребу у воді не тільки якісно, а й кількісно. Часто вода відсутня у водопровідній мережі через аварії, подається за графіком, що за її тривалої відсутності у трубах стає причиною бактеріального забруднення питної води. Неодноразові випадки відключення об'єктів водопостачання від систем енергопостачання значно погіршують ситуацію [10]. Близько трьохсот населених пунктів 9 областей (267 000 осіб) наразі використовують привізну воду [11].

Для забезпечення реалізації державної політики щодо забезпечення населення якісної питною водою в межах науково-обґрунтованих нормативів питного водопостачання та на виконання гарантованих Конституцією України прав громадян щодо достатнього життєвого рівня та екологічної безпеки завдяки забезпеченню питною водою у необхідній кількості та у відповідності до встановлених норм було прийнято ряд програм – «Загальнодержавну цільову програму «Питна вода України» на 2011-2020 роки [12] та «Загальнодержавну цільову соціальну програму "Питна вода України" на 2022 - 2026 роки» [13].

Необхідно зазначити, що водні ресурси України є досить обмеженими, особливо тих, що знаходяться на Півдні. Із сумарного середньо-багаторічного стоку всіх річок, що становить близько  $87 \text{ км}^3$ , лише  $52 \text{ км}^3$  формуються на території України, а в маловодні роки обсяг річкового стоку знижується до  $30 \text{ км}^3$ . При цьому обсяг річкового стоку, що припадає на одного жителя, є одним із найнижчих серед країн Європи. За запасами води, придатними до використання, Україна належить до малозабезпечених країн. Згідно із Доповіддю про розвиток водних ресурсів світу Організації Об'єднаних Націй, країна відчуває «дефіцит води», коли обсяг її щорічних водних ресурсів опускається нижче 1,7 тис.  $\text{м}^3$  на душу населення. У маловодні роки цей показник в Україні становить 1,2 тис.  $\text{м}^3$ . Для мешканців багатьох українських населених пунктів доступ до сталого та безпечного водопостачання усе ще залишається проблематичним. Станом на 2019 рік близько 700 населених пунктів забезпечувалися привізною питною водою. Ці населені пункти розташовані у 8 областях України: Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській, Полтавській та Херсонській. Протягом 2014-2017 років у переліку областей, деякі населені пункти яких забезпечувались привізною водою, також була Львівська область, а протягом 2014-2018 років й Івано-Франківська. Таким чином, попередньо можна зробити висновок про несуттєву позитивну тенденцію покращення умов забезпечення населених пунктів питними водними ресурсами. Офіційною причиною відсутності централізованого водопостачання у таких населених пунктах є відсутність джерел якісної питної води [4].

На забезпечення населення якісною питною водою в необхідних обсягах, відповідно до встановлених нормативів спрямована Загальнодержавна цільова соціальна програма "Питна вода України" на 2022–2026 роки із загальним обсягом фінансування на визначені роки – 28588,6 млн. гривень [9].

У «Короткому звіті щодо прогресу впровадження Протоколу про воду і здоров'я в Україні у 2019 – 2021 рр.» Міністерства екології та природних ресурсів України зазначено, що за звітний період спостерігається зниження кількості людей, що постраждали від хвороб, пов'язаних з водою (ХПВ). У 2021 році було зареєстровано 3 спалахи ХВП (на ротавірусну інфекцію, гострі кишкові інфекції (ГКІ) встановленої та невстановленої етіології), пов'язаних з вживанням недоброякісної питної води, постраждало 52 особи, з них 47 дітей. У попередній період у 2018 році зареєстровано було спалахи небезпечних інфекцій (вірусний гепатит А, ротавірусна інфекція, один випадок захворювання на холеру (0,002 на 100 тис. населення) у Запорізькій області), постраждало 180 мешканців, з них 70 дітей» [3].

Також у вказаному документі констатується те, що за період 2019-2021 рр. збільшився доступ до централізованого водопостачання у селищах міського типу: з 87,2% у 2016 році до 91,2% у 2020 році. В містах рівень охоплення централізованим водопостачанням трохи зменшився: з 99,3% у 2016 році до 99,0% у 2020 році. Викликає стурбованість тенденція щодо подальшого регресу

доступу сіл до централізованого водопостачання: у 2016 році рівень охоплення складав 29,2%, у 2020 році знизився до 26,8 % (без врахування територій, окупованих та анексованих РФ з 2014 року). До того ж, станом на 2020 рік у 8 областях 252,7 тис. осіб у 790 населених пунктах користувалось привізною водою. Ситуація щодо доступу до централізованого водовідведення дещо покращилася в містах та селищах (смт.) за звітний період: у 2020 році 96,6% міст, 63,9% смт. мали доступ до централізованого водовідведення, у 2016 році ці показники складали, відповідно, 94,1% та 60,4%. Тоді як у селах спостерігається подальший регрес: у 2020 році доступ до каналізації мали лише 1,8% сіл, тоді як у 2016 році – 2%» [3].

Наразі до питання якості питної води прикута особлива увага, а Всесвітня організація охорони здоров'я віднесла проблему забезпечення населення якісною питною водою до найактуальніших для нагального вирішення. Сьогодні майже всі водопостачальні підприємства мають критичний стан через застарілі технології. Якщо їх і модернізують, то лише однобічно, запроваджуючи нові технологічні засоби або використовуючи нові реагенти, зокрема коагулянти, знезаражувальні засоби та ін. [2]

Споживачі, які користуються послугами водопостачання, мають можливість мати не просто воду, яку можна вважати умовно чистою, а отримувати продукт складного технологічного процесу і, як показує практика, не завжди якісний. У результаті складного процесу очистки і підготовки, питна вода, яка надходить населенню, може містити шкідливий залишок реагенту та створювати проблему отримання якісної питної води, яка, навіть, може бути небезпечною для здоров'я. Тому для забезпечення отримання якісної питної води на практиці використовують додаткове її доочищення [4].

Сучасний ринок пропонує велику кількість та різну модифікацію фільтрів, які успішно використовуються в побуті. Зокрема, питні фільтри відрізняються за типом фільтрації:

- проточний фільтр, який характеризується однією, двома або трьома ступенями очистки та очищає воду від небезпечного хлору і механічних домішок;
- проточний фільтр ультрафільтрації, який має чотири чи п'ять ступенів очистки й здатен очистити воду від хлору, сірководню, окремих вірусів і бактерій;
- зворотний осмос, який має від п'яти до восьми ступенів очищення, видаляє хлор, іржу, віруси і бактерії, важкі метали, прибирає налип, окремі моделі можуть насичувати воду природними мінералами і структурувати;
- фільтр-глекчик [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Говорячи про довкілля, необхідно відмітити те, що крім злочинів проти людей, природа України також зазнала наслідків російської агресії. Війна торкнулася кожного компоненту довкілля – тваринного і рослинного світу, води, повітря, ґрунту. Негативний

вплив цього лиха буде тривалим, а наслідки будуть локального та глобального характеру. Так, за останніми даними, збитки навколишньому середовищу України від війни становлять понад 1,35 млн. гривень [6].

Доктор наук з державного управління С.Е. Зелінський у своїй публікації «Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії» зазначає, що «у березні 2022 року під час російської агресії зафіксовано обстріли та попадання снарядів у водонасосні станції, водопроводи, каналізаційні очисні споруди, що призводить до аварій та позбавляє людей доступу до питної води. Зокрема, без води залишаються жителі Маріуполя, де російські війська цілеспрямовано знищують громадянське населення». Також автор додає, що «в Україні є актуальною проблема забруднення ґрунтових вод. Є небезпека екологічного лиха внаслідок затоплення низки пограбованих російськими окупантами та занедбаних вугільних шахт на території тимчасово окупованих районів Донбасу. За 1,5 місяця російської агресії в Україні громадська організація «Екодія» нарахувала близько 150 екологічних злочинів, що негативно впливають на стан земельних, водних ресурсів та повітря, а також завдають непоправної шкоди екосистемам. Десятки цих злочинів прямо чи опосередковано викликають забруднення водних ресурсів, які й так дуже обмежені» [10].

Руслан Стрілець, міністр захисту довкілля, під час виступу в Нью-Йорку на конференції ООН "Вода для сталого розвитку-2023" зауважив, що «росіяни використовують всі можливі важелі терору на території України, зокрема зневоднення держави; близько 5 млн. українців не мають доступу до питної води через російську агресію на території України, при цьому 70% населення нашої держави можуть залишитися без цього ресурсу внаслідок російських обстрілів. Україна втрачає водну інфраструктуру внаслідок постійних ракетних обстрілів». Також міністр наголосив, що «Україні потрібні репарації для повного повоєнного відновлення. Росія має заплатити за кожен зруйнований квадрат землі й кожен забруднену краплю води» [1]. Отже, як видно з вищезазначеного, якість питної води, потребуватиме суттєвого покращення та фінансування.

**Мета досліджень** вивчення впливу рівня мінералізації питної води на концентрацію в ній важких металів.

**Умови та методика проведення досліджень.** Дослідження з вивчення впливу рівня мінералізації питної води на вміст важких металів проводились в межах м. Буськ Золочівського району Львівської області, зокрема, водопровідної, криничної та води зі свердловин. Вивчення складу води проводили загальноприйнятим способом, визначення важких металів проводили атомно-абсорбційним методом. Доочищення води здійснювали за допомогою побутового приладу – фільтром типу глечика.

Результати аналізу питної води, отриманої з різних джерел порівнювали до встановлених нормативів, порівнюючи з ГДК. Відбір проб здійснювали у відповідності до «Методики відбору проб води для лабораторного

дослідження»[14]. Щодо додаткової очистки питної води, необхідно зазначити, що найбільш популярними у приватному користуванні для її очищення є фільтри кувшинної конструкції (фільтр-глейчик), такі як: «DAFI» (Польща), «ECOSOFT» (Україна), «Аквафор» (Естонія) та ін. У дослідженні проведено доочистку питної води за допомогою фільтра-глейчика «ECOSOFT Максима 5 л» виробник – Україна.

У дослідженні був використаний спосіб доочищення питної води за допомогою побутового фільтра-глейчика «ECOSOFT Максима» (виробник Україна) через доступність та невисоку ціну. Такі фільтри, за даними виробників складаються з двох ємностей – ємності для очищення води і ємності для очищеної води. Воду заливають через верх глейчика, і вона виявляється у першій ємності, в якій встановлений фільтр. Під впливом власної ваги, вода просочується через фільтр і виявляється в нижній ємності для очищеної води, звідки, якщо нахилити глейчик, вона через призначений для зливу отвір витікає. У фільтрі використовується, як правило, активоване вугілля, іноді з домішкою срібла (срібло має властивість знищувати мікроорганізми). Що стосується продуктивності такої конструкції фільтрів, то можна сказати, що вона найменша, ніж у будь-яких інших видів фільтрів води і становить не більш ніж 5-10 л/год.

Фільтр «ECOSOFT Максима» використовується для очищення питної води (пропускна спроможність становить 3,5 літри очищеної води за 7 хвилин). Поліпшення якості води в процесі фінішної очистки досягається завдяки фільтрації через змінний картридж глейчика. Фільтр виготовляється з високоякісного пластику, має гарний дизайн різних кольорів і зручну модифікацію. Ємність глейчика становить 5 літрів. Замінювати картридж рекомендовано виробником 1 раз на місяць [15].

Як зазначено на офіційному сайті виробника у фільтрі використовується унікальна технологія Esomix – розроблена спеціально для очищення водопровідної води в Україні. Вона усуває: твердість (вода стає м'якою на смак, запобігає утворенню накипу); хлор (покращується смак та запах води, вона очищається від канцерогенних хлорорганічних забруднень); залізо (з води зникає металічний присмак); метали (запобігає їх накопиченню в організмі); манган; органічні забруднення; механічні домішки (затримує пісок, іржу, та інші великі частки, вода стає прозорою) [15].

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Результати досліджень (Табл. 1) показали, що у питній криничній воді перевищень за ГДК по Pb, Cd, Zn, Cu та Hg не виявлено.

Відмічено, що у досліджуваній воді вміст Pb, Cd, Zn та Cu у порівнянні з допустимими нормами було нижче у 1,1 раз, 1,42, 3,1 та 17,8 раз відповідно. Водночас необхідно відмітити, що у питній криничній воді також не виявлено Hg.

Таблиця 1

**Концентрація важких металів у питній воді (криничній)**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація важких металів	ГДК	Вміст мінеральних речовин
Pb	мг/л	0,027	0,03	172
Cd	мг/л	0,0009	0,001	172
Zn	мг/л	0,32	1,0	172
Cu	мг/л	0,056	1,0	172
Hg	мг/л	–	0,0005	172

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Проаналізувавши коефіцієнт небезпеки важких металів у питній криничній воді (табл. 2) відмічено, що він знаходився у межах від 0,056 до 0,9, та не перевищував пороговий рівень 1,0, тобто був нижчим від його рівня у 17,8 – 1,1 раз.

Таблиця 2

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у питній воді (криничній)**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація важких металів	ГДК	K <sub>неб</sub>
Pb	мг/л	0,027	0,03	0,9
Cd	мг/л	0,0009	0,001	0,9
Zn	мг/л	0,32	1,0	0,32
Cu	мг/л	0,056	1,0	0,056

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Результати досліджень щодо концентрації важких металів у питній воді зі свердловини (табл. 3.) показали, що у ній вміст Pb, Cd, Zn та Cu не перевищували ГДК.

Таблиця 3

**Концентрація важких металів у питній воді (зі свердловини)**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація Важких металів	ГДК	Вміст мінеральних речовин
Pb	мг/л	0,006	0,03	134
Cd	мг/л	0,0008	0,001	134
Zn	мг/л	0,10	1,0	134
Cu	мг/л	0,0027	1,0	134
Hg	мг/л	–	0,0005	134

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Зокрема, вміст Pb, Cd, Zn та Cu у питній артезіанській воді (зі свердловини) був нижчий за допустимі норми гранично допустимих норм (ГДК) відповідно у 5,0 раз, 1,25, 10, 370 та 47 раз. Hg у питній воді зі свердловини не виявлено.



Аналізуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у питній воді зі свердловини (табл. 4) видно, що він був у межах від 0,0027 до 0,1, що нижче порогового рівня 1,0 у 370 – 10 раз.

Таблиця 4

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у воді зі свердловини**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація важких металів	ГДК	$K_{\text{неб}}$
Pb	мг/л	0,006	0,03	0,2
Cd	мг/л	0,0008	0,001	0,8
Zn	мг/л	0,10	1,0	0,1
Cu	мг/л	0,0027	1,0	0,0027

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

У питній водопровідній воді (табл. 5) також перевищень гранично допустимих концентрацій (ГДК) не виявлено. Зокрема, вміст Pb, Cd, Zn та Cu у водопровідній воді був нижчим порівняно з ГДК у 3,0 рази, 1,25, 4,5 та 37 раз відповідно. Також відмічено, що токсичного елементу – Hg у питній водопровідній воді не виявлено.

Таблиця 5

**Концентрація важких металів у питній водопровідній воді**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація важких металів	ГДК	Вміст мінеральних речовин мг/л
Pb	мг/л	0,010	0,03	112
Cd	мг/л	0,0008	0,001	112
Zn	мг/л	0,22	1,0	112
Cu	мг/л	0,027	1,0	112
Hg	мг/л	–	0,0005	112

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Відмічено, що коефіцієнт небезпеки важких металів у водопровідній питній воді (табл. 6) був у межах від 0,027 до 0,8 що не перевищувало порогового рівня 1,0.

Коефіцієнт небезпеки Pb, Cd, Zn та Cu був нижчий за пороговий рівень 1,0 відповідно у 3,0 рази, 1,25, 4,5 та 37,0 раз.

Таблиця 6

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у питній водопровідній воді**

Важкі метали	Одиниці виміру	Фактична концентрація важких металів	ГДК	$K_{\text{неб}}$
Pb	мг/л	0,010	0,03	0,33
Cd	мг/л	0,0008	0,001	0,8
Zn	мг/л	0,22	1,0	0,22
Cu	мг/л	0,027	1,0	0,027

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Результати досліджень з вивчення вмісту мінерального залишку у питній воді (табл. 7) показали, що перевищень норм (1000 мг/л) не спостерігалось. Зокрема, вміст мінеральних речовин у питній воді криничній, зі свердловини та водопровідної був нижчий нормативного максимального показника у 5,8 раз, 7,4 та 8,9 раз.

Таблиця 7

**Вміст мінерального залишку у питній воді**

Показники	Одиниці виміру	Джерела водопостачання води		
		Криниця	Свердловина	Водопровідна
Вміст мінеральної речовини	мг/л	172	134	112
Pb	мг/л	0,027	0,006	0,010
Cd	мг/л	0,0009	0,0008	0,0008
Zn	мг/л	0,32	0,10	0,22
Cu	мг/л	0,56	0,0027	0,027

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Водночас, аналізуючи отримані результати, відмічено, що найнижча концентрація мінеральних речовин виявлена у водопровідній воді, яка склала 112 мг/л, тоді як у воді криничній та у воді зі свердловини цей показник був вищим у 1,19 раз і 1,53 раз, що вплинуло певною мірою і на концентрацію важких металів у воді. Виявлено залежність між вмістом мінерального залишку у воді та рівнем концентрації в ній важких металів. Так, концентрація у питній воді криничній була вища по Pb у 2,7 раз, Cd – у 1,12 раз, Zn – у 1,4 раз та Cu – у 2,0 раз порівняно з водопровідною питною водою.

Згідно досліджень відмічено, що використання побутового фільтра-геліка «ECOSOFT Максима» для очищення криничної води впливало на зниження у ній вмісту мінеральних речовин у 1,9 раз (рис. 1).

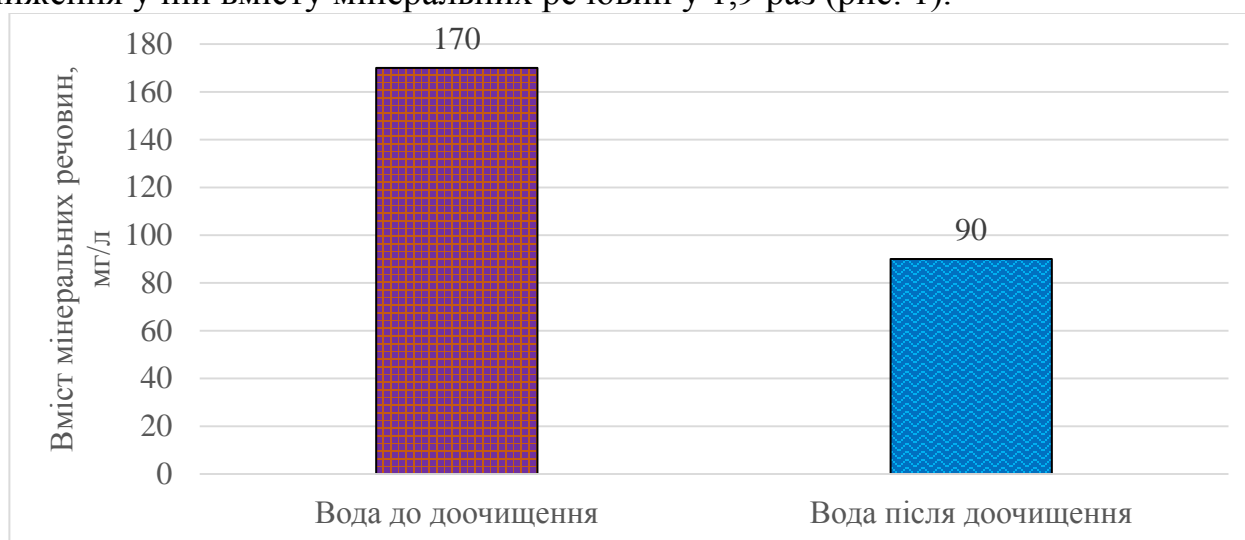


Рис. 1. Вплив фільтрації води криничної на вміст в ній мінеральних речовин

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Зниження мінерального залишку у криничній воді за її фільтрування вплинуло на вміст у ній важких металів (табл.8).

Таблиця 8

**Ефективність доочищення криничної води**

Важкі метали	Одиниці виміру	ГДК	Вміст важких металів, мг/кг	
			до очищення	після очищення
Pb	мг/л	0,03	0,027	0,018
Cd	мг/л	0,001	0,0029	0,0017
Zn	мг/л	1,0	0,32	0,18
Cu	мг/л	1,0	0,056	0,031
Мінеральні речовини	мг/л	>1000	170	90

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Зокрема, у воді криничній після її доочищення концентрація Pb знизилась у 1,5 раз, Cd – у 1,7 раз, Zn – у 1,7 раз та Cu – у 1,8 раз.

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у криничній воді після її доочищення (табл. 9) необхідно відмітити, що даний показник зменшився в ній по Pb у 1,5 раз, Cd – у 1,7 раз, Zn – у 2,3 раз та 1,8 раз по Cu.

Таблиця 9

**Коефіцієнт небезпеки криничної води**

Важкі метали	ГДК	Питна вода до доочищення	$K_{\text{неб.}}$	Питна вода після доочищення	$K_{\text{неб.}}$
Pb	0,03	0,027	0,9	0,018	0,6
Cd	0,001	0,00029	0,29	0,00017	0,17
Zn	1,0	0,42	0,42	0,18	0,18
Cu	1,0	0,056	0,056	0,031	0,031

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Коефіцієнт небезпеки важких металів у доочищеній криничній воді не перевищував пороговий рівень 1,0 і був нижчий даного показника по Pb у 1,66 раз, Cd – у 5,88 раз, Zn – у 5,5 раз та Cu – у 32,2 раз. Результати досліджень показали (рис. 2), що пропущення води питної, одержаної зі свердловини через



Рис. 2. Вплив фільтрації води на вміст в ній мінеральних речовин

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

фільтр «ECOSOFT Максима», знизило вміст в ній мінеральних речовин у 1,5 раз. Аналізуючи ефективність доочищення води зі свердловини (табл. 10) необхідно відмітити, що концентрація Pb, Cd, Zn та Cu знизилась відповідно у 1,5 раз, 1,6, 1,6 та 1,9 раз.

Таблиця 10

**Ефективність доочищення води зі свердловини**

Важкі метали	ГДК	Одиниці виміру	Вміст важких металів, мг/кг	
			до очищення	після очищення
Pb	0,03	мг/л	0,006	0,004
Cd	0,001	мг/л	0,0008	0,0005
Zn	0,1	мг/л	0,10	0,06
Cu	1,0	мг/л	0,027	0,014
Мінеральні речовини	1000	мг/л	167	105

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки (табл. 11) важких металів у доочищеній воді зі свердловини необхідно відмітити, що даний показник знизився по Pb у 1,5 раз, Cd – у 1,6 раз, Zn – у 1,6 та Cu у 2,0 раз.

Таблиця 11

**Коефіцієнт небезпеки важких металів у воді зі свердловини**

Важкі метали	ГДК	Фактична концентрація до доочищення	$K_{\text{неб.}}$	Фактична концентрація після очищення	$K_{\text{неб.}}$
Pb	0,03	0,005	0,2	0,004	0,13
Cd	0,001	0,0008	0,8	0,0005	0,5
Zn	1,0	0,10	0,1	0,06	0,06
Cu	1,0	0,027	0,002	0,014	0,01

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Коефіцієнт небезпеки важких металів у воді питній зі свердловини був нижчий порогового рівня – 1,0, зокрема, по Pb – у 7,7 раз, Cd – у 2,0 раз, Zn – у 16,6 раз та Cu – у 100 раз.

Аналіз доочищення водопровідної води (табл. 12) показав, що концентрація в ній Pb знизилась у 2,5 раз, Cd – у 2,0 рази, Zn – у 2,7 раз та Cu – у 3,0 рази.

Таблиця 12

**Ефективність доочищення водопровідної води**

Важкі метали	ГДК	Одиниці виміру	Вміст важких металів, мг/кг	
			до доочищення	після доочищення
Pb	0,03	мг/л	0,010	0,004
Cd	0,001	мг/л	0,0018	0,0009
Zn	1,0	мг/л	0,22	0,08
Cu	1,0	мг/л	0,027	0,009
Мінеральні речовини	1000	мг/л	124	92

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Результати досліджень щодо впливу фільтрації водопровідної води (рис. 3) показали, що кількість мінеральних речовин в ній знизилась у 1,34 раз.

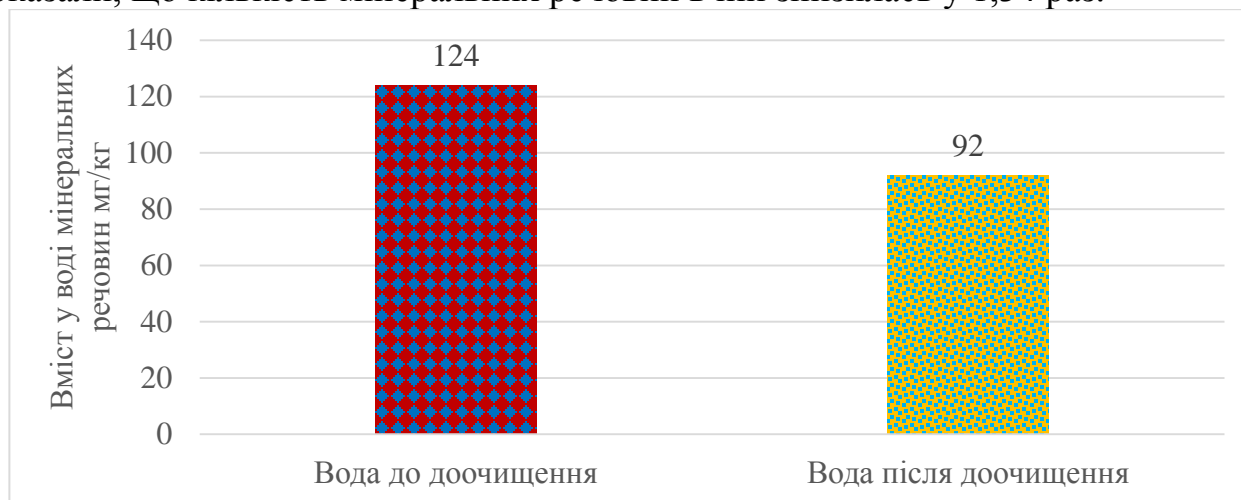


Рис. 3 Вплив фільтрації водопровідної води на концентрації в ній мінеральних речовин

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Аналіз ефективності доочищення водопровідної води (табл. 13) показав, що коефіцієнт небезпеки води внаслідок пропущення її через фільтр знизився по Pb у 2,5 раз, по Cd – у 1,3 раз, Zn – у 2,7 раз та міді – у 3,0 рази.

Таблиця 13

#### Коефіцієнт небезпеки водопровідної води

Важкі метали	ГДК	Фактична концентрація до очищення	К <sub>неб.</sub>	Фактична концентрація після доочищення	К <sub>неб.</sub>
Pb	0,03	0,010	0,33	0,004	0,13
Cd	0,001	0,0008	0,8	0,0006	0,6
Zn	1,0	0,22	0,22	0,08	0,08
Cu	1,0	0,027	0,027	0,009	0,009

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень та розрахунків

Коефіцієнт небезпеки важких металів у водопровідній воді, яка була отримана за використання фільтра-гличика, був нижчий порогового рівня (1,0) по Pb у 7,7 раз, по Cd – у 1,6 раз, по Zn – у 12,5 раз та міді – у 111 раз.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** В результаті проведених досліджень встановлено, що вміст важких металів, зокрема, Pb, Cd, Zn та Cu у питній воді залежав від рівня мінералізації. У досліджуваних зразках води водопровідної, криничної та отриманої зі свердловини, перевищень гранично допустимих концентрацій Pb, Cd, Zn та Cu не виявлено. Найнижчий рівень мінеральної частки виявлено у воді водопровідній, порівняно найвищий – у воді зі свердловини та криничній. За підвищення рівня мінеральної частки у питній воді спостерігалось збільшення в ній концентрації важких металів – Pb, Cd, Zn та Cu. Побутове доочищення питної води (криничної, зі свердловини та водопровідної) сприяло зниженню мінеральної її частки, що позитивно

відобразилось і на зниженні в ній важких металів, зокрема, Pb у 1,5 – 2,5 раз, Cd у 1,6 – 2,0 раз, Zn 1,6 – 2,7 раз та Cu 1,9 – 3,0 раз.

### Список використаної літератури

1. Петренко Н.Ф., Мокієнко А.В., Платов С.М. Загальна гігієнічна оцінка якості питної води та стану питного водопостачання в Україні. *Актуальні проблеми транспортної медицини: навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія*. 2018. № 4. С. 7-16.
2. Янішевська К.Д. Право на питну воду як аксіома в правах людини. *Молодий вчений*. 2018. № 10(2). С. 699-702.
3. Бабієнко В.В., Мокієнко А.В. Гігієна води та водопостачання населених місць: навчальний посібник. Одеса: Прес-кур'єр, 2021. 372 с.
4. Туровська Г.І. Якісна питна вода – базова складова життєдіяльності людини. *Молодий вчений*. 2017. № 8. С. 413-416.
5. Національна доповідь «Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році» Українське водне товариство. URL: <http://waternet.ua/news/newsletter/827/> (дата звернення 20.10.2023).
6. Ліхо О.А., Гакало О.І. Моніторинг підземних вод як складова управління ризиками при забезпеченні населення Рівненської області водою. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2020. 2(90). С. 120-131.
7. Про стан та заходи по забезпеченню питною водою населення України, – роз'яснення Мінрегіону. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/prostan-ta-zahody-po-zabezpechennyu-pytnoyu-vodoyu-naselennya-ukrayiny-rozjasnennya-minregionu/> (дата звернення 17.04.2023).
8. Зайцев В.В. Прогнозні ризики для здоров'я міського населення від споживання питної водопровідної води, що містить підвищені рівні хлороформу. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2018. Т. 3. № С. 187-190.
9. Зелена книга. Регулювання ринку водопостачання та водовідведення. Офіс ефективного регулювання BRDO. Київ, 2021. 152 с.
10. Короткий звіт щодо прогресу впровадження Протоколу про воду і здоров'я в Україні у 2019 – 2021 роках. URL: [https://eu4waterdata.eu/images/pdf/library/Ukraine\\_5th\\_reporting\\_cycle\\_UKR\\_2022\\_final.pdf](https://eu4waterdata.eu/images/pdf/library/Ukraine_5th_reporting_cycle_UKR_2022_final.pdf) (дата звернення: 14.11.2023).
11. Природа та війна: як російська агресія вплинула на довкілля. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya> (дата звернення 25.03.2023).
12. Зелінський С.Е. Водопостачання та водна безпека у контексті російської агресії. Кропивницький, 2022. 44 с.
13. Через війну близько 5 млн. українців не мають доступу до питної води. LB Дорослий погляд на світ. URL: [https://lb.ua/society/2023/03/24/549899\\_cherez\\_viynu\\_blyzko\\_5 mln\\_ukraintsiv.html](https://lb.ua/society/2023/03/24/549899_cherez_viynu_blyzko_5 mln_ukraintsiv.html) (дата звернення 17.02.2023).

14. Методика відбору проб води для лабораторного дослідження. URL: <https://studopedia.com.ua> (дата звернення: 19.08.2023).

15. Фільтр-глейчик ECOSOFT. URL: <https://ecosoft.ua/ua/filtr-kuvshin-maksima-zelenyy-5l/> (дата звернення 20.08.2023).

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Petrenko, N.F., Mokiienko, A.V., Platov, S.M. (2018). Zahalna hiiienichna otsinka yakosti pytnoi vody ta stanu pytnoho vodopostachannia v Ukraini [*General hygienic assessment of the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine*]. Aktualni problemy transportnoi medytsyny: navkolyshnie seredovyshe; profesiine zdorovia; patolohiia – Actual problems of transport medicine: environment; occupational health; pathology, 4. 7-16 [in Ukrainian].

2. Ianishevska, K.D. (2018). Pravo na pytnu vodu yak aksioma v pravakh liudyny [*The right to drinking water as an axiom in human rights*]. Molodyi vchenyi – A young scientist, 10 (2). 699-702 [in Ukrainian].

3. Babiienko, V.V., Mokiienko, A.V. (2021). Hiiiena vody ta vodopostachannia naselenykh mist: navchalnyi posibnyk [*Water hygiene and water supply of populated areas: study guide*]. Odesa: Pres-kurier – Odesa: Press courier. [in Ukrainian].

4. Turovska, H.I. (2017). Yakisna pytna voda – bazova skladova zhyttiedialnosti liudyny [*High-quality drinking water is a basic component of human life*]. Molodyi vchenyi – A young scientist, 8. 413-416 [in Ukrainian].

5. Natsionalna dopovid «Pro yakist pytnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia v Ukraini u 2018 rotsi» Ukrainske vodne tovarystvo [*National report "On the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine in 2018" Ukrainian Water Society*]. URL: <http://waternet.ua/news/newsletter/827/> [in Ukrainian].

6. Likho, O.A., Hakalo, O.I. (2020). Monitorynh pidzemnykh vod yak skladova upravlinnia ryzykamy pry zabezpechenni naselennia Rivnenskoï oblasti vodoiu [*Groundwater monitoring as a component of risk management in providing water to the population of the Rivne region*]. Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia – Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management, 2(90). 120-131 [in Ukrainian].

7. Pro stan ta zakhody po zabezpechenniu pytnoiu vodoiu naselennia Ukrainy, – roziasnennia Minrehionu. [About the state and measures to provide drinking water to the population of Ukraine - clarification of the Ministry of Regions]. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/pro-stan-ta-zahody-po-zabezpechenniu-pytnoyu-vodoyu-naselennya-ukrayiny-roziasnennya-minregionu/> (data zvernennia 17.04.2023) [in Ukrainian].

8. Zaitsev, V.V. (2018). Prohnozni ryzyky dlia zdorovia miskoho naselennia vid spozhyvannia pytnoi vodoprovodnoi vody, shcho mistyt pidvyshcheni rivni khloroformu [*Estimated risks to the health of the urban population from drinking tap*

water containing elevated levels of chloroform]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu – Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 3. 187-190 [in Ukrainian].

9. Zelena knyha. (2021). Rehuliuвання ринку водопостачання та водовидведення [Green book. Regulation of the water supply and drainage market. BRDO Effective Regulation Office]. Ofis efektyvnoho rehuliuвання BRDO. Kyiv. [in Ukrainian].

10. Korotkyi zvit shchodo prohesu vprovadzhennia Protokolu pro vodu i zdorovia v Ukraini u 2019 – 2021 rokakh [Brief report on the progress of the implementation of the Protocol on water and health in Ukraine in 2019-2021]. URL: [https://eu4waterdata.eu/images/pdf/library/Ukraine\\_5th\\_reporting\\_cycle\\_UKR\\_2022\\_final.pdf](https://eu4waterdata.eu/images/pdf/library/Ukraine_5th_reporting_cycle_UKR_2022_final.pdf) (data zvernennia: 14.08.2023) [in Ukrainian].

11. Pryroda ta viina: yak rosiiska ahresiia vplynula na dovkillia [Nature and War: How Russian Aggression Affected the Environment]. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiia-vplynula-dovkillia> (data zvernennia 25.03.2023) [in Ukrainian].

12. Zelinskyi, S.E. (2022). Vodopostachannia ta vodna bezpeka u konteksti rosiiskoi ahresii [Water supply and water security in the context of russian aggression]. Kropyvnytskyi [in Ukrainian].

13. Cherez viinu blyzko 5 mln ukraintsiv ne maiut dostupu do pytnoi vody. Doroslyi pohliad na svit. [Because of the war, about 5 million Ukrainians do not have access to drinking water. An adult view of the world]. URL: [https://lb.ua/society/2023/03/24/549899\\_cherez\\_vyynu\\_blyzko\\_5\\_mln\\_ukraintsiv.htm](https://lb.ua/society/2023/03/24/549899_cherez_vyynu_blyzko_5_mln_ukraintsiv.htm) 1 (data zvernennia 17.08.2023) [in Ukrainian].

14. Metodyka vidboru prob vody dlia laboratornoho doslidzhennia. [Methods of water sampling for laboratory research]. URL: <https://studopedia.com.ua> (data zvernennia: 19.08.2023) [in Ukrainian].

15. Filtr-hlechyk ECOSOFT. [Filter jug ECOSOFT]. URL: <https://ecosoft.ua/ua/filtr-kuvshin-maksima-zelenyy-5l/> (data zvernennia 20.08.2023) [in Ukrainian].

## ANNOTATION

### **INFLUENCE OF THE LEVEL OF MINERALIZATION OF DRINKING WATER ON THE CONTENT OF HEAVY METALS IN IT**

*It has been studied that water is an invaluable resource without which the existence of all living things on the planet is impossible. And providing the population with high-quality drinking water is the basis for solving the main problem of environmental security, which concerns the hydrosphere of the planet. WHO experts have established that the cause of 80% of all diseases in the world is a violation of sanitary, hygienic and ecological norms for providing the population with drinking water and its unsatisfactory quality. This problem is also relevant for our country.*

*Drinking water supply in Ukraine is characterized by the fact that more than 70% of all drinking water consumed by society is produced from surface sources and therefore depends on the level of ecological load on them. The water of rivers and other sources of water supply can be contaminated with substances that have entered it with industrial, household, and agricultural*



*discharges. Insufficiently purified and disinfected water can transmit various infectious diseases (viral hepatitis A, mouthvirus infection, typhoid, paratyphoid, dysentery and other intestinal infections), as well as helminth eggs, pathogens of protozoan diseases. Pathogenic agents can get into water with various impurities and waste, so water safety in terms of epidemics is one of the main requirements today.*

*The influence of the level of mineralization of drinking water on the concentration of heavy metals in it was studied. The state of drinking water supply in Ukraine is analyzed, the pollution of natural waters and measures to improve the quality of drinking water are characterized. The research of tap water, well water, and water from wells was conducted within the city of Busk, Zolochiv district, Lviv region. It was established that with an increase in the level of mineral content in drinking water, an increase in the concentration of heavy metals – Pb, Cd, Zn and Cu – was observed. Household additional purification of drinking water (well, water from a well, and tap water) contributed to the reduction of its mineral content, which was positively reflected in the reduction of heavy metals in it, in particular, Pb by 1.5 – 2.5 times, Cd by 1.6 – 2, 0 times, Zn by 1.6 – 2.7 times and Cu by 1.9 – 3.0 times. The issues of labor protection and population protection are analyzed.*

**Key words:** drinking water, concentration, heavy metals, quality of drinking water, well, water supply.

**Tab. 13. Fig. 3. Lit. 15.**

### **Інформація про авторів**

**Врадій Оксана Ігорівна** – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: oksanavradii@gmail.com).

**Vradii Oksana** – Candidate of Agricultural Sciences, Senior lecturer of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna St., e-mail: oksanavradii@gmail.com).