

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ЗА ВМІСТОМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Котелевич Валентина Антонівна

кандидат ветеринарних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0002-5886-1917
valya.kotelevich@ukr.net

Гуральська Світлана Василівна

доктор ветеринарних наук, професор
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0001-7383-1989
guralska@ukr.net

Пінський Олег Вікентійович

кандидат ветеринарних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0002-1978-5261
pinsky.o.v@ukr.net

Євтух Людмила Григорівна

кандидат ветеринарних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0003-3116-3980
kludavet@gmail.com

Гончаренко Володимир Васильович

кандидат ветеринарних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир, Україна
ORCID: 0000-0002-2183-8828
19vova8@ukr.net

Проаналізовано літературні джерела, які окреслюють проблему техногенного забруднення довкілля та якості і небезпечності харчових продуктів за вмістом важких металів. До пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища належать важкі метали, депонуючим середовищем яких є ґрунти, що обумовлено дуже низькою швидкістю їх самоочищення. Рівні забруднення довкілля важкими металами, зокрема свинцем, мають тенденцію до зростання. Небезпека в тому, що від 40 до 80% важких металів по трофічних рівнях харчового ланцюга (ґрунт – рослина – тварини – сировина і продукція тваринництва чи ґрунт – рослини – сировина і рослинницька продукція) надходять до організму людини.

Важкі метали в організмі людини здатні викликати токсичні ефекти: порушення функції нирок (Cd, Pb, Hg), печінки (Cd і Pb), порушення репродуктивної здатності (Pb і Cd), зниження когнітивної функції (Hg і Pb), неврологічні порушення (Pb і Hg), гіпертензію та рак (Cd), тератогенний вплив (Hg). Проявляють загальнотоксичні, ембріотоксичні, канцерогенні, тератогенні, мутагенні властивості та володіють здатністю до кумуляції в живих організмах. Проблема якості і безпечності харчових продуктів особливо гострою є для дітей, адже детоксикаційні функції печінки у них у перші роки життя недостатньо розвинені. Насправді не існує порогу, нижче якого свинець був би безпечним для дітей. Він є кумулятивною отрутою і в малих дозах призводить до безсимптомного накопичення і патологічних змін в органах.

Отже, однією з загальних проблем в Україні є проблема екологічної безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів та пошук сучасних технологій деконтамінації важких металів у них. Результати аналізу наукових досліджень показали високий рівень небезпеки за вмістом важких металів у всіх видах харчових продуктів. Найбільш забрудненими вони є у промислово розвинених регіонах.

Для запобігання небезпечного впливу важких металів на здоров'я населення необхідно охопити весь ланцюг їх міграції: від мінімізації забруднення довкілля до посиленого ветеринарно-санітарного інспектування продовольчої сировини і харчових продуктів, систематичних моніторингових досліджень та інформування населення. Такий підхід значно покращить продовольчу безпеку держави.

Ключові слова: *якість і безпечність, важкі метали, джерела забруднення, харчові продукти (рослинні, тваринні), ризики для споживача.*

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2025.1.11>

Вступ. Аналіз результатів наукових досліджень свідчить, що антропогенна діяльність спричинила трансформацію біосфери у техносферу (Seto & Ramankutty, 2016; Brynning, 2020). Науковці всього світу наголошують, що внаслідок інтенсифікації процесів техногенного забруднення навколишнього середовища (чорна та кольорова металургія, видобувна та переробна промисловість, теплоенергетика, хімічна промисловість, зберігання і спалювання відходів, транспорт, сільськогосподарське виробництво) однією з найважливіших екологічних проблем сучасності є забруднення довкілля важкими металами.

За рахунок антропогенного впливу в навколишнє середовище надходить 94,0–97,0% Pb, 84,0–89,0% Cd, 66,0–75,0% Ni, 56,0–87,0% Cu і до 60,0% Hg. Неодноразове використання фосфатних добрив є причиною підвищеного вмісту важких металів у сільськогосподарських ґрунтах (Carnelo et al., 1997; Srivastava et al., 2017). Значним джерелом забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами є також деякі пестициди (Maguigo-Negrete, 2017).

Окрім цього, вагомим джерелом забруднення важкими металами є зрошення стічними водами (Sharma et al., 2017; Woldetsadik et al., 2017). Концентрація важких металів у сільськогосподарських ґрунтах залежить від їхнього складу та характеристик, а також від застосування пестицидів, неорганічних добрив, стічних вод чи осадів стічних вод.

Bryaninyher O. I. (2022) зазначає, що важкі метали належать до пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища. Депонуючим середовищем для них є ґрунти, що обумовлено дуже низькою швидкістю їх самоочищення. Небезпека полягає в тому, що від 40 до 80% важких металів через трофічні рівні харчового ланцюга (ґрунт–рослини–тварини–людина чи ґрунт–рослини–людина) надходять до організму споживачів. Постає проблема екологічної безпеки харчових продуктів та необхідність пошуку сучасних технологій деконтамінації важких металів у них.

Вживання кадмію з харчовими продуктами підвищує ризик розвитку раку нирок, легенів, молочної залози, простати та сечовивідних шляхів (Rybalova O, 2022, 2024; Waisberg et al., 2003; Baccarelli & Bollati, 2009). Свинець через свою нейротоксичну дію становить велику небезпеку для мозку дітей, а у дорослих викликає порушення спритності рук. Він також є канцерогенним для легенів і шлунка, пошкоджує репродуктивні органи та нирки (Baccarelli & Bollati, 2009; Chandrakar et al., 2018).

Високі концентрації хрому (Cr) також мають канцерогенний ризик для людини, можуть пошкоджувати ДНК, нирки, печінку та репродуктивні органи (Baccarelli & Bollati, 2009; Wang & Yang, 2023; Chandrakar et al., 2018). Кадмій перешкоджає антиоксидантним захисним механізмам. Інгібування процесів відновлення ДНК кадмієм призводить до генотоксичності та утворення ракових пухлин (Waisberg et al., 2003; Wang & Yang, 2023).

Відповідно до вимог FAO/WHO, необхідний ретельний контроль харчових продуктів на вміст Pb, Cd, As, Hg, Zn, Cu. Розроблено допустимі рівні концентрації токсич-

них елементів у продовольчій сировині та харчових продуктах (Hryn'ova & Kryshtop, 2021).

Беручи до уваги те, що важкі метали дуже повільно виводяться з організму людини (Beiersmann & Hartwig, 2008; Stern, 2010) і мають здатність до кумуляції (переважно у печінці та нирках), питання постійних моніторингових досліджень харчових продуктів та їх висвітлення в інформаційному просторі є надзвичайно важливим засобом захисту споживачів. На жаль, людина часто усвідомлює всі загрози та ризики лише тоді, коли вже буває запізно.

Стан здоров'я населення України залишається вкрай незадовільним: фіксується висока захворюваність і смертність, а тривалість життя залишається низькою. Основними причинами смертності є хвороби системи кровообігу та онкологічні захворювання. Безперечно, якість і безпечність харчових продуктів є одним із ключових факторів збереження здоров'я населення (Mamenko et al., 2024).

Однією з обов'язкових умов, відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС, для України є впровадження екологічної політики та забезпечення екологічних прав громадян. Підписання Орхуської конвенції та чинне законодавство України гарантують безперешкодний доступ до екологічної інформації.

Таким чином, моніторингові дослідження щодо вмісту важких металів у харчових продуктах (Nazar, 2017; Mosiienko, 2022) та їх висвітлення в інформаційних джерелах з метою захисту споживачів є вкрай актуальним питанням сучасності.

Мета дослідження. На основі аналізу наукової літератури провести моніторинг якості і безпечності харчових продуктів за вмістом важких металів для захисту споживача.

Матеріал і методи досліджень. Для досягнення поставленої мети застосовувався комплекс взаємопов'язаних теоретичних методів: аналіз, порівняння, узагальнення та систематизація наукових досліджень як вітчизняних, так і закордонних учених.

Результати дослідження та їх обговорення. Якість і безпечність харчових продуктів є важливим аспектом продовольчої безпеки країни, що викликає значне занепокоєння (Viniichuk et al., 2019; Savchuk et al., 2022; Kukhniuk et al., 2022; Pakhomskaya, 2022; Kotelevych et al., 2023, 2024; Lavruk et al., 2024; Noélie Borghino et al., 2024; Vohnievienko & Stasiuk, 2024). Важкі метали визнані одними з найнебезпечніших хімічних забруднювачів, які негативно впливають на екосистеми, спричиняючи незворотні зміни та порушуючи життєвоважливі функції організмів. Близько 90% важких металів, що потрапляють у довкілля, акумулюються в ґрунтах, після чого мігрують у ґрунтові води, поглинаються рослинами та надходять до організму людини через харчовий ланцюг.

Дослідження Vuiiial's'ka N. P. та її колег (2018) показали, що важкі метали є одними з найбільш токсичних і поширених хімічних забруднювачів харчових продуктів. Вони мають загальнотоксичні, ембріотоксичні, канцерогенні, тератогенні та мутагенні властивості, а також здатні накопичуватись у живих організмах. Згідно з

результатами роботи Kukhniuk O. V., Kotsiuruba V. P., & Lifer K. O. (2022), рівень забруднення доквілля важкими металами, зокрема свинцем, продовжує зростати, причому 30–45% свинцю надходить до організму людини з харчовими продуктами.

Харчовий кодекс, розроблений комісією FAO та ВООЗ, визначає найбільш небезпечними токсичними елементами меркурій, кадмій і свинець. Потрапляючи до клітин, свинець викликає значні порушення: уповільнює інтелектуальний розвиток дітей, дезактивує ферменти, підвищує кров'яний тиск і спричиняє серцево-судинні захворювання. Надмірна концентрація свинцю в організмі дітей може викликати нудоту, блювання, порушення функцій головного мозку, що іноді призводить до глухоти, сліпоти або навіть летального наслідку. Свинець також заміщує кальцій у кістках і зубах, стаючи постійним джерелом інтоксикації. Як один із найпотужніших нейротоксинів, він може спричинити агресивність, хронічні отруєння, порушення функцій нирок, нервової системи та анемії. Субклінічне отруєння свинцем проявляється спочатку у вигляді безсоння та підвищеної збудливості, а пізніше – втомою та дратівливістю (Flora et al., 2006; Wang & Fowler, 2008; Beyersmann & Hartwig, 2008; Mykhailova et al., 2010, 2018; Buialska et al., 2015; Kuznetsova et al., 2019).

Діти є особливо вразливою групою до дії свинцю. Навіть при низькому рівні впливу, наприклад, 10 мкг/кг, за тривалого накопичення свинець може спричинити значні патологічні зміни, включаючи пошкодження нирок. Так, у дітей із хронічним та гострим пілонефритом у понад 40% випадків у сечі було виявлено свинець, що підтверджує його токсичний вплив. Утворення стійких сполук свинцю з гемоглобіном еритроцитів і повільне виведення з організму підсилюють його шкідливу дію (Stern, 2010; Chalaya & Fateieva 2018; Rybalova et al., 2022, 2024).

Аналіз літературних джерел свідчить, що свинець чинить токсичний вплив практично на всі органи та системи організму людини. Для дітей не існує безпечного порогу впливу цього елемента. Свинець є кумулятивною отрутою, яка навіть у малих дозах може призводити до патологічних змін у тканинах і органах (Trachtenberg et al., 2015).

Основним джерелом надходження важких металів в організм людини є харчові продукти, що є особливо критичним для дітей. Через недостатню розвиненість детоксикаційних функцій печінки у ранньому віці діти більш чутливі до впливу токсинів. Дослідження молочних сумішей різних виробників показали, що вміст важких металів у більшості зразків відповідає нормам. Однак, у деяких випадках перевищення норми становило від 15% до 220% (Kuznetsova et al., 2019).

Молоко як продукт харчування є ключовим для дітей завдяки високому вмісту білків, кальцію та вітамінів, що сприяють когнітивному розвитку (Rumbold et al., 2022). Проте, молоко і молочна продукція можуть становити небезпеку через накопичення важких металів, які потрапляють до організму тварин із кормами, забрудненими антропогенною діяльністю. Це викликає занепокоєння науковців у

всьому світі (Ismail et al., 2017; Chernenko et al., 2019; Boudebbouz et al., 2021; Khalef et al., 2022; Sena Özbay et al., 2023; Alam et al., 2024).

Негативна екологічна ситуація, що склалася в Україні, значно впливає на якість та безпечність молока і молочної продукції. Дослідження, проведені Kruchypenko O. V. зі співавторами (2022), показали відмінності у вмісті важких металів у молоці корів залежно від регіону. У зразках молока з Деканської громади Полтавського району вміст міді (Cu) становив $0,05 \pm 0,01$ мг/кг, тоді як у Полтавській ТГ цей показник був вірогідно вищим на $0,08 \pm 0,01$ мг/кг ($P \leq 0,05$). Рівень важких металів у молоці визначався у порядку: $Zn > Pb > Cu > As > Cd > Hg$.

Buials'ka N. зі співавторами (2019) дослідили сухе молоко і виявили значні перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК): у зразку №1 вміст цинку, свинцю та міді перевищував ГДК у 3,9, 22 та 3,4 рази відповідно; у зразку № 2 свинець перевищував норму у 23 рази, а мідь – у 3 рази. У сухому знежиреному молоці вміст свинцю та міді перевищував ГДК у 7 і 15,8 разів відповідно. Концентрація свинцю, за даними дослідження, зростала зі збільшенням жирності молока.

Дослідження молока різних виробників у торговельних мережах м. Чернігова показали, що найбільший вміст важких металів (Cu, Zn, Pb, Cd) був у незбираному молоці з Менського району, де концентрація перевищувала ГДК (Buials'ka et al., 2018). Результати аналізу зразків молока, проведеного Регіональною державною лабораторією Держпродспоживслужби Полтавської області, виявили перевищення ГДК за вмістом кадмію у 4 зразках на 86,6%, 40,0%, 56,6% та 96,0%, а свинцю – на 133%, 185%, 249% і 165%. Це молоко було визнане небезпечним для споживання, вилучене та знищене (Shcherbakova & Maksymova, 2019).

У промислово розвинутих регіонах вміст кадмію та свинцю в молоці значно перевищує відповідні рівні у молоці з екологічно чистих районів (Butsiak & Pechar, 2007). Водночас технологічна переробка молока-сировини знижує вміст важких металів приблизно у 1,5 рази, а найнижчі концентрації цих елементів виявлені у вершковому маслі (Lesyk et al., 2012).

Дослідження науковців підтвердили коливання вмісту важких металів у молоці залежно від періоду лактації (Kravtsiv & Butsiak, 2004; Tarasenko & Rud, 2014; Sena Özbay et al., 2023; Alam. et al., 2024). Так, за даними Tarasenko L. & Rud V. (2014), концентрація кадмію у всі періоди лактації перевищувала допустимі рівні у 2,0–2,6 разів, а у другий період його вміст збільшився на 1,28% порівняно з першим. Концентрація свинцю також перевищувала нормативні показники: у 2,3 рази у перший період, 1,6 разів у другий, і 1,3 разів у третій. Вміст цинку, міді та ртуті залишався в межах ГДК, але досягав найвищих значень у другий період лактації.

Kravtsiv, R. Y., & Butsiak, V. I. (2004) відзначили зменшення вмісту важких металів у молоці під час стійлового періоду, але зафіксували зростання концентрації кадмію, цинку, свинцю та міді в пасовищний період.

Особливе занепокоєння викликає факт, що всі важкі метали з молока-сировини переходять у молочні про-

дукти. Згідно з дослідженнями (Tarasenko & Rud, 2014), у питному молоці та сирі перевищення вмісту кадмію становило 2,7 та 4,0 рази відповідно, міді – 4,5 разів у сирі та 15,3 рази у бринзі, а свинцю – 2,3 рази у питному молоці, 6,3 рази у сирі та 48,8 разів у бринзі. Перехід ртуті та цинку у молочні продукти також мав місце, але залишався в межах ГДК.

Екологічна ситуація в Поліському регіоні України залишається складною. Тут зафіксовані високі рівні важких металів у кормах, молоці та м'ясі. У зразках макухи та шроту вміст кадмію перевищував ГДК на 41,9% і 60,0% відповідно. У молоці плюмбум перевищував допустимі рівні у 41,2% проб на 1,45 рази, а кадмій у м'язах свиней та великої рогатої худоби перевищував нормативи у 1,22 та 1,48 рази відповідно (Savchuk et al., 2022).

Подібні результати отримані Bendeddouchе В. et al. (2014) у дослідженнях свіжого м'яса овець, великої рогатої худоби, верблюдів і курей, виробленого в Алжирі. Концентрація важких металів ($Zn > Cu > Pb > Cd > Hg$) значно перевищувала допустимі нормативи, що становить загрозу здоров'ю населення. Найвищі концентрації свинцю та заліза виявлено у м'ясі птиці.

Актуальним питанням є екологічна безпека продукції птахівництва під впливом техногенного забруднення довкілля, кормів та води. Дослідження анатомічних частин тушок, придбаних у магазинах Одеси, показали перевищення ГДК за вмістом миш'яку у шкірі та печінці. У 100% тушок курчат-бройлерів, придбаних у звичайних магазинах, було виявлено арсен. Найвищий рівень накопичення миш'яку спостерігався у паренхіматозних органах, а найменший – у м'язовій тканині (Kalach, 2017).

Сучасні дослідження демонструють зростання попиту на м'ясо диких тварин завдяки його низькому вмісту жиру та високій поживній цінності, зокрема значному вмісту білків, мінералів (кальцій, залізо, фосфор) та вітамінів. Наприклад, м'ясо самця козулі містить жиру у 2 та 4 рази менше, а білків на 2,8% та 5,2% більше порівняно з яловичиною та свининою відповідно. Найвищий вміст вологи (75,6%) та білків (21,2%) зафіксовано у м'ясі лося, тоді як вміст жиру є найнижчим (1,9%) (Avramenko, 2017). Однак споживання м'яса диких тварин становить небезпеку через високий рівень важких металів. У м'ясі дикого кабана, який мешкав у Лісостепу Правобережної Вінницької області, виявлено перевищення ГДК свинцю у 2,3 рази, а у м'ясі козулі європейської – перевищення ГДК свинцю у 6,25 рази та цинку у 2,45 рази (Razanova, 2018).

За різними даними, від 40 до 80% важких металів потрапляє до організму людини через продукцію рослинництва. Дослідження овочів, вирощених на ґрунтах Черкаської області, показали перевищення ГДК свинцю майже у всіх зразках, середній вміст становив 2,5–3,5 мг/кг за норми 0,1 мг/кг. Найбільш забрудненими виявилися овочі з Канівського району (Kukhniuk, 2020). Під час очищення, промивання, зняття шкірки та бланшування овочів вміст свинцю зменшується на 50%, а в картоплі – на 80%. При одноразовому та триразовому промиванні вміст свинцю знижується на 90% і 93% відповідно (Kukhniuk et al., 2022). Технологічна обробка, як-от соління, квашення

чи термічна обробка, також ефективно знижує забруднення овочів важкими металами (Utkina & Vodak, 2015).

Високий попит на олію на ринку збуту спричинив стрімке зростання вирощування олійних культур з обмеженням сівозміну та інтенсивним внесенням мінеральних добрив, що призводить до екологічних проблем, зокрема до збільшення накопичення важких металів у ґрунтах та олійній сировині. Виробництво олійних культур в Україні за сучасних інтенсивних технологій потребує постійного контролю з урахуванням екологічних наслідків для ґрунтів (виснаження та збільшення токсичних речовин через мінеральні добрива) та отримуваної продукції (олії) (Pisarenko et al., 2020; Mazur & Hutsol, 2022).

Дослідження зерна озимої пшениці, вирощеної на території Лісостепу Правобережного, та борошна з цього зерна показали, що розмелювання на різні фракції дозволяє значно зменшити вміст свинцю. Зокрема, у борошні вищого ґатунку вміст свинцю зменшився на 71,8%, у першому ґатунку – на 51,5%, а в другому ґатунку – на 47,6%. Також зменшився вміст міді, кадмію та цинку (Yakovets & Vatamanyuk, 2019).

Популярність фруктів зумовлена їх унікальним складом, що викликає великий попит у споживачів. Однак за результатами досліджень яблук сортів Білий налив, Джонатан, Мельба, Старкінг та Шафран літній, вирощених на геосистемах Донецької, Харківської та Луганської областей, виявлено перевищення ГДК за вмістом кадмію в яблуках, соках-фреш, яблучному соку після першої термічної обробки та у компотах відповідно у 2–12,6 разів, 2,3–7 разів, 1,3–5,3 рази та у 2 рази. Термічна обробка позитивно вплинула на зменшення вмісту важких металів, але через високу концентрацію кадмію вона не змогла зменшити його вміст, що становить небезпеку для споживачів (Utkina & Vodak, 2015).

Лісові гриби, які є популярними серед населення, володіють сильними накопичувальними властивостями. Дослідження грибів, зібраних у лісах Вінницького та Канівського районів Вінницької області, показали перевищення вмісту важких металів у всіх досліджених зразках. Найвищий коефіцієнт небезпеки для свинцю і міді був виявлений в опеньках, для цинку – у білих грибах, для кадмію – у сирожках. Важкі метали накопичуються в різних видах грибів у різних кількостях, що підвищує ризики для здоров'я людей, які споживають ці продукти (Razanov & Vradij, 2019). У лісових ягодах, зібраних у лісах Вінницького району, виявлено перевищення ГДК за вмістом кадмію у три рази лише у суницях (Vradij, 2018).

Джерелом білків, вітамінів та омега-3 поліненасичених жирних кислот є риба і морепродукти, що робить їх важливим продуктом харчування для населення. Проте антропогенне забруднення морської екосистеми призводить до накопичення важких металів у рибі та морепродуктах у потенційно токсичних концентраціях, і вони є одним із основних джерел трофічного переходу цих небезпечних речовин до організму людини (Balshaw et al., 2007; Djedjibegovic et al., 2020; Wang & Wen-Xiong, 2012; Zupo et al., 2019).

Згідно з Commission Regulation (EU) No1881/2006 в Європі та Наказом Міністерства охорони здоров'я

України №368 від 13.05.2013 року, максимальний допустимий рівень забруднюючих речовин у цих продуктах повинен становити: для кадмію – 0,05 мг/кг, для свинцю – 0,3 мг/кг, для ртуті – 0,5 мг/кг.

Balshaw et al. (2007) повідомляють, що внаслідок неконтрольованого забруднення навколишнього середовища спостерігається значне забруднення ртуттю, зокрема метилртуттю, яка накопичується в біологічних тканинах і має надзвичайно довгий період біологічного напіврозпаду, що спричиняє збільшення цього токсиканту в харчових ланцюгах. Метилртуть має найвище біонакопичення у водному середовищі, і основним джерелом її для людини є споживання морської риби та морепродуктів.

Згідно з дослідженнями, дика морська риба має вищі рівні ртуті, ніж дика прісноводна риба (вирощена на фермах). Деякі зразки морської риби, відібрані на ринку та прибережних водах, значно перевищували допустимі рівні за вмістом ртуті, що робить необхідним постійний моніторинг її вмісту (Zuro et al., 2019).

Аналіз вмісту важких металів (свинець, арсен, кадмій, мідь, ртуть, олово) у зразках імпортованих морепродуктів за період жовтень 2022 – липень 2023 року встановив перевищення МДР у 4 зразках, зокрема за вмістом кадмію у 3 зразках морського коктейлю (Китай) – відповідно у 3,0, 3,5 і 3,4 рази; за вмістом ртуті у 1 зразку (тунець, Китай) у 2,8 рази. Отримані результати свідчать про необхідність посиленого ветеринарно-санітарного інспектування морепродуктів, що імпортуються, для гарантування продовольчої безпеки України (Shulyak et al., 2023).

Згідно з дослідженнями, високий вміст важких металів у меді, зміни його запаху та смаку можуть бути індикатором забруднення навколишнього середовища (Erhan & Matur, 2023). Встановлено, що в пилку з яблуні, отриманому з вуликів у передгірних та лісостепових зонах Карпатського регіону, спостерігається більша концентрація цинку,

феруму, хрому, міді, нікелю, кадмію та свинцю, особливо в лісостеповій зоні, де вміст важких металів є найбільш високим (Клут, 2017). Натуральний мультифлорний мед, відібраний з вуликів у передгірних та лісостепових районах Карпатського регіону, містив у межах нормативних вимог, але значно більше свинцю, заліза, міді, нікелю, цинку, ніж мед, відібраний з вуликів, розташованих у гірських районах (Клут & Stadnytska, 2019).

Висновки. Антропогенна діяльність призвела до перетворення біосфери на техносферу. Для забезпечення благополуччя нашого та майбутнього поколінь необхідно зберегти ґрунти, водні ресурси та навколишнє середовище від поступового та небезпечного забруднення важкими металами. Науковці по всьому світу повинні продовжувати співпрацю в дослідженні та розробці жорстких інструкцій щодо утилізації та використання токсичних металів у сільськогосподарських ґрунтах.

Аналіз наукових досліджень показує, що однією з актуальних проблем в Україні є безпека харчових продуктів через вміст важких металів. Це вимагає посиленого ветеринарно-санітарного контролю продовольчої сировини та харчових продуктів, регулярних моніторингових досліджень, зменшення забруднення довкілля та інформування населення через засоби масової інформації з метою захисту прав споживачів. Такий підхід сприятиме охороні здоров'я та значно покращить продовольчу безпеку держави.

Перспективи подальших досліджень. Подальші наші моніторингові дослідження в цьому напрямку та їх висвітлення в інформаційному просторі сприятимуть підвищенню обізнаності та захисту споживачів від споживання небезпечної продукції.

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

Бібліографічні посилання:

1. Alam, S., Velayudhan, S.M., Bateki, C.A., Malik, P.K., Bhatta, R., Buerkert, A., König, S., & Schlecht, E. (2024). Seasonal variation in heavy metal intake and excretion by dairy cattle in an Indian megacity. *Livestock Science*, 286, Article 105520. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105520>.
2. Avramenko, N. O. (2017). Miaso dykykh tvaryn: osoblyvosti ta sklad [Meat of wild animals: features and composition]. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 108–109. <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.24> [in Ukrainian].
3. Balshaw, J., Edwards, B., Daughtry, K., & Ross. (2007). Mercury in seafood: mechanisms of accumulation and consequences for consumer health. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 22(2), 91–113. <https://doi.org/10.1515/reveh.2007.22.2.91>.
4. Bendeddouche, B., Zellagui, R., & Bendeddouche, E. (2014). Levels of selected heavy metals in fresh meat from cattle, sheep, chicken, and camel produced in Algeria. *Annual Research & Review in Biology*, 4(8), 1260–1267. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/7430>.
5. Beyersmann, D., and Hartwig, A. (2008). Carcinogenic metal compounds: recent insight into molecular and cellular mechanisms. *Archives of Toxicology*, 82(8), 493–512. <https://doi.org/10.1007/s00204-008-0313-y>.
6. Borghino, N., Wissinger, L., Erb, K.-H., Le Mouël, C., & Nesme, T. (2024). Organic farming expansion and food security: A review of foresight modeling studies. *Global Food Security*, 41, 100765. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100765>.
7. Boudebbouz, 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. *Science of the Total Environment*, 751, 141830. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141830>.
8. Bryaninyher, O. I. (2022). Osoblyvosti translokatsii vazhkykh metaliv u systemi «hrunt – roslyna – silskohospodarska produktsiia» [Features of heavy metals translocation in the system "soil – plant – agricultural product"]. *Tavriya Scientific Bulletin*, 123, 225–231. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.31> [in Ukrainian].
9. Bryninger, O. (2020). Heavy metal contamination and biotechnological cleaning methods. *ΛΟΓΟΣ Scientific Journal*, 63-64. <https://doi.org/10.36074/21.08.2020.v1.25>.

10. Buiiial'ska, N. P., Denysova, N. M., Kupchuk, O. Yu., & Prus, T. I. (2018). Doslidzhennia vmystu vazhkykh metaliv u molotsi yak element realizatsii systemy NASSSR [Study of heavy metal content in milk as an element of HACCP system implementation]. *Technical Sciences and Technologies*, 2(8), 179–187. URL: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/113149> [in Ukrainian].
11. Buiiial'ska, N., Kupchuk, O., & Denysova, N. (2019). Vykrystannia sorbentiv dlia znyzhennia kontsentratsii vazhkykh metaliv u molochnii syrovyni [Use of sorbents to reduce heavy metal concentration in milk raw materials]. *Technical Sciences and Technologies*, 1(15), 181–188. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1\(15\)-181-188](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-1(15)-181-188) [in Ukrainian].
12. Butsiak, V. I., & Pechar, N. P. (2007). Biotekhnolohichni aspekty vyrobnytstva ta pererobky molochnoho produkty za umov tekhnohenoho navantazhenia [Biotechnological aspects of milk production and processing under technogenic load]. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 9(2), 7–12 [in Ukrainian].
13. Carnelo, L.G.L., de Miguez, S.R., & Marbán, L. (1997). Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina. *Sci. Tot. Environ.*, 204, 245–250.
14. Chalaya, O. S., & Fateieva, N. Yu. (2018). Vplyv vazhkykh metaliv na orhanizm liudyny [Effect of heavy metals on the human body]. *Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture*, (190), 110–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtsug_2018_190_19 [in Ukrainian].
15. Chandrakar, C., Kumar Jaiswal, S., Chaturvedani, A.K., Sahu, S.S., Ika, M., & Wasist, U. (2018). A review on heavy metal residues in Indian milk and their impact on human health. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1260–1268. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.152>.
16. Chernenko, O. M., Sanzhara, R. A., Shulzhenko, N. M., Mylostyvyi, R. V., & Denysyk, O. V. (2019). Heavy metals, nitrates and radionuclides in milk of cows depending on their stress resistance. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(4), 526–531. <https://doi.org/10.15421/021977>.
17. Djedjibegovic, J., Marjanovic, A., Tahirovic, D., Caklovica, K., Turolic, A., Lugusic, A., Omeragic, F., Sober, M., & Caklovica, F. (2020). Heavy metals in commercial fish and seafood products and risk assessment in adult population in Bosnia and Herzegovina. *Scientific Reports*, 10, 13238. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70205-9>.
18. Erhan, S., & Matur, E. (2023). Honey can be used as an indicator of environmental pollution: A review. *Agrarian Bulletin Black Sea Littoral*, 108. <https://doi.org/10.37000/abbsl.2023.108.27>.
19. Flora, S., Flora, G., & Saxena, G. (2006). Environmental occurrence, health effects, and management of lead poisoning. In: Cascas, S.B., Sordo, J., editors. *Lead: Chemistry, Analytical Aspects, Environmental Impacts and Health Effects. Netherlands: Elsevier Publication*, 158–228. <https://doi.org/10.1016/B978-044452945-9/50004-X>.
20. Hrynova, Ya. H., & Kryshchop, Ye. A. (2021). Problemy zabrudnennia navkolyshnoho seredovyscha vazhkymy metalamy ta shliakhy yikh podolannia [Problems of heavy metal contamination in the environment and ways to overcome them]. *Environmental Management Engineering*, 1(19), 111–119. [https://doi.org/10.37700/enm.2021.1\(19\).111-119](https://doi.org/10.37700/enm.2021.1(19).111-119) [in Ukrainian].
21. Ismail, A., Riaz, M., Akhtar, S., Farooq, A., Shahzad, M.A., & Mujtaba, A. (2017). Intake of heavy metals through milk and toxicity assessment. *Pakistan Journal of Zoology*, 49, 1413–1419. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1413.1419>.
22. Kalach, K. S. (2017). Veteryarno-sanitarna otsinka produktiv zaboju kurchat broileriv na naiavnist arsenu [Veterinary and sanitary evaluation of broiler chicken slaughter products for arsenic presence]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Veterinary Medicine*, 11, 61–65. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2017_11_17 [in Ukrainian].
23. Khalef, N.R., Hassan, A.I., & Saleh, H.M. (2022). Heavy metal's environmental impact. In: Saleh, H.M., Hassan, A.I. (Eds.), *Environmental Impact and Remediation of Heavy Metals. IntechOpen*, 1–17. <https://doi.org/10.5772/intechopen.97895>.
24. Klym, O. Ya. (2017). Kontsentratsiia zhyrnykh kyslot i vazhkykh metaliv u pylku z yabluni v riznykh pryrodnykh zonakh Karpatskoho rehionu [Concentration of fatty acids and heavy metals in apple pollen in different natural zones of the Carpathian region]. *Submontane and Mountain Agriculture and Animal Husbandry*, 61, 145–159. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2017_61_15 [in Ukrainian].
25. Klym, O., & Stadnytska, O. (2019). Concentrations of heavy metals in multifloral honey from the different terrestrial ecosystems of the Carpathians. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 18(3), 11–14. <https://doi.org/10.21005/asp.2019.18.3.02>.
26. Konventsia pro dostup do informatsii, uchast hromadskosti v protsesi pryjnyattya rishen ta dostup do pravosudya z pytan, shcho stосуууtsya dovkillya (Orkhuska Konventsia): Konventsia OON vid 25.06.1998 [Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making, and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus Convention): UN Convention of 25.06.1998]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_015#Text [in Ukrainian].
27. Kotelevych, V. A., Huralska, S. V., & Honcharenko, V. V. (2023). Aktualni problemy zabezpechennia yakosti ta bezpechnosti kharchovykh produktiv v konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky v Ukraini [Current problems of ensuring food product quality and safety in the context of ensuring food security in Ukraine]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(1), 72–80. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.12> [in Ukrainian].
28. Kotelevych, V. A., Huralska, S. V., & Honcharenko, V. V. (2024). Prodhovolcha bezpeka, bezpechnist kharchovykh produktiv – obyektivna neobkhdnist isnuvannia naselennia Ukrainy [Food security and food safety – an objective necessity for the existence of Ukraines population]. *VI International Scientific and Practical Conference "Problems of Production and Processing of Food Raw Materials and Quality and Safety of Food Products" (June 6–7, 2024, Zhytomyr, Ukraine)*, 121–124. [in Ukrainian].
29. Kotelevych, V. A., Huralska, S. V., & Honcharenko, V. V. (2024). Bezpechnist' kharchovykh produktiv – vazhlyva skladova u kontseptsii "Yednye zdorovia" [Food safety – an important component in the "One Health" concept]. *V International Scientific Conference "One Health – 2024" (September 19–20, 2024, Kyiv, Ukraine)*, 91–92. [in Ukrainian].

30. Kotelevych, V. A., Pinskyi, O. V., Honcharenko, V. V., & Budnik, T. C. (2024). Veterynarno-sanitarna otsinka kharchovykh produktiv ta prodovolchoi syrovyny za pokaznykamy yakosti i bezpechnosti u 2023 rotsi v Zhytomyrskii oblasti [Veterinary and sanitary evaluation of food products and raw materials based on quality and safety indicators in the Zhytomyr region in 2023]. *Scientific Progress & Innovations*, 27(2), 66–72. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.02.11> [in Ukrainian].
31. Kravtsiv, R. Y., & Butsiak, V. I. (2004). Produktyvnist ta obmin rehovyn u laktuiuchykh koriv za riznoho vmistu vazhkykh metaliv u ratsionakh [Productivity and metabolism in lactating cows under different heavy metal content in diets]. *Bulletin of Agricultural Science*, 1, 29–31 [in Ukrainian].
32. Kruchynenko, O. V., Mykhailiutenko, S. M., & Klymenko, O. S. (2022). Vmist vazhkykh metaliv v koroviyachomu molotsi-syrovyni Poltavskoho raionu [Content of heavy metals in raw cow's milk from the Poltava district]. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24(108), 151–158. <https://doi.org/10.32718/nlvet10822> [in Ukrainian].
33. Kukhniuk, O. V. (2020). Doslidzhennia akumulatsii vazhkykh metaliv silskohospodarskoi produktsii Cherkaskoi oblasti [Research on the accumulation of heavy metals in agricultural products in the Cherkasy region]. *Tavriya Scientific Bulletin*, 115, 97–103. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.13> [in Ukrainian].
34. Kukhniuk, O. V., & Kotsiuruba, V. P. (2022). Nakopychennia solei vazhkykh metaliv u navkolyshnomu seredovyschi ta yikh vplyv na zhyttiediialnist orhanizmiv [Accumulation of heavy metal salts in the environment and their impact on the vital activity of organisms]. In *Modern innovations and promising ways of development of culture and science: Materialy XXXI Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (August 9–12, 2022, Boston, USA), 29–32 [in Ukrainian].
35. Kukhniuk, O. V., Kotsiuruba, V. P., & Lifer, K. O. (2022). Naslidky ekotoksikolohichnoho vplyvu spoluk svyntsiu na navkolyshnie seredovysche i zdorovia ukraintsiiv [Consequences of the ecotoxicological impact of lead compounds on the environment and the health of Ukrainians]. *Tavriya Scientific Bulletin*, 127, 363–369. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.46> [in Ukrainian].
36. Kuznetsova, I. O., Krusir, H. V., Harkovych, O. L., & Kovalenko, I. V. (2019). Vazhki metaly v dytyachomu kharchuvanni [Heavy metals in baby food]. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Tavria National University. Series: Technical Sciences*, 30(69), 2(3), 80–85. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-2/15> [in Ukrainian].
37. Kuznetsova, I., Krusir, G., Garkovich, O., & Kovalenko, I. (2019). Heavy metals in milk infant formulas. *Food Science and Technology*, 13(3). <https://doi.org/10.15673/fst.v13i3.1476>.
38. Lavruk, V. V., Nedashkivskiy, V. M., Prysiashniuk, N. M., Rol, N. V., & Fedoruk, N. M. (2024). Yakist produktiv kharchuvannia, yak skladova prodovolchoi bezpeky Ukrainy [Food quality as a component of Ukraine's food security]. *Economic Science. Investments: Practice and Experience*, (18), 16–22. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.18.1> [in Ukrainian].
39. Lesyk, M. V., Fedoruk, R. S., & Tsesaryk, O. Y. (2012). Vmist vazhkykh metaliv i radionuklidiv u molotsi ta molochnykh produktakh, vyhotovlenykh u zakhidnomu ta pivdennomu rehionakh Ukrainy [Content of heavy metals and radionuclides in milk and dairy products produced in western and southern regions of Ukraine]. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 11(2/3), 97–99 [in Ukrainian].
40. Mamenko, O.M., Zandaryan, A.A., & Portyannyk, S.V. (2021). Organization, technology, and compliance with environmental requirements for the production of organic (natural) cattle breeding products. *Scientific and Practical Magazine "Veterinary, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management"*, 7, 78–87. <https://doi.org/10.31890/vtp.2021.07.12>.
41. Marrugo-Negrete, J., Pinedo-Hernández, J., & Díez, S. (2017). Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution, and origin in agricultural soils along the Sinú River Basin, Colombia. *Environmental Research*, 154, 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.021>.
42. Mazur, O. V., & Hutsol, H. (2022). Intentsyvnist nakopychennia vazhkykh metaliv u hruntakh za vyroshchuvannia oliinykh kultur na riznykh fonakh zhyvlennia [Intensity of heavy metal accumulation in soils during the cultivation of oil crops under various nutrient conditions]. *The Grail of Science*, 18/19, 137–139. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.26.08.2022.23> [in Ukrainian].
43. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy [Ministry of Health of Ukraine]. (2013). Nakaz № 368 vid 13.05.2013 Pro zatverdzhennia Derzhavnykh hiiienichnykh pravyl i norm «Rehlament maksymalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh» [Order No. 368 dated May 13, 2013, On the approval of State hygienic rules and norms "Regulation of maximum levels of certain pollutants in food products"] [in Ukrainian].
44. Mosiienko, N. (2022). Vplyv vazhkykh metaliv na ekolohichno bezpechne spozhyvannia produktsii rybnystva i akvakultury [The impact of heavy metals on the environmentally safe consumption of fishery and aquaculture products]. *The Grail of Science*, (17), 204–206. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.22.07.2022.036> [in Ukrainian].
45. Mykhailova, E. A. (2018). Sotsiodemohrafichni, psykholohichni, biolohichni chynnyky predyktsii tryvoznykh rozladiv u ditei [Sociodemographic, psychological, biological factors in predicting anxiety disorders in children]. *Medical Psychology*, 13(2), 7–14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mpsi_2018_13_2_4 [in Ukrainian].
46. Mykhailova, E. A., Proskurina, T. Yu., & Lokoshko, D. V. (2010). Rol faktoriv navkolyshnoho seredovyscha u formuvanni porushen psykhoho zdorovia ditei [The role of environmental factors in shaping mental health disorders in children]. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Thematic Issue "New Solutions in Modern Technologies"*, (46), 146–150 [in Ukrainian].
47. Nazar, B. N. (2017). Neobkhdnist udoskonalennia systemy monitorynhu toksykantiv v Ukraini [The necessity of improving the monitoring system of toxicants in Ukraine]. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Series: Agricultural Sciences*, 19(82), 141–144. <https://doi.org/10.15421/nlvet8229> [in Ukrainian].

48. Özbay, S., Dikici, E., & Soylukan, C. (2023). Evaluation of biological (feed, water), seasonal, and geological factors affecting the heavy metal content of raw milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121, 105401. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105401>.
49. Pakhomska, O. V. (2022). Kharchovi produkty – problemy yakosti ta bezpechnosti [Food products – quality and safety issues]. *Scientific Bulletin of TSATU*, 11(2), 4–13. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-2-29> [in Ukrainian].
50. Pisarenko, V.M., Kovalenko, N.P., Pospelova, G.D., Pishchalenko, M.A., Melnychuk, V.V., & Sherstyuk, O.L. (2020). Greening of agriculture as the first step towards organic production of plant products. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 109–117. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.12>.
51. Razanov, S. F., & Vradii, O. I. (2019). Otsinka intensyvnosti zabrudnennia yistivnykh hrybiv vazhkymy metalamy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Assessment of the intensity of heavy metal contamination in edible mushrooms in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Balanced Nature Management*, (1), 57–65. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2019.170591> [in Ukrainian].
52. Razanova, A. M. (2018). Intensyvnist zabrudnennia miasa dykykh tvaryn vazhkymy metalamy v zoni Lisostepu Pravoberezhnoho na terytorii Vinnychchyny [Intensity of heavy metal contamination in wild animal meat in the Right Bank Forest-Steppe zone of Vinnytsia region]. *Agriculture and Forestry*, 11, 162–170 [in Ukrainian].
53. Rumbold, P., McCulloch, N., Boldon, R., Haskell Ramsay, L., James, E., Stevenson, B., & Green, B. (2022). The potential nutrition, physical, and health-related benefits of cow's milk for primary-school-aged children. *Nutrition Research Reviews*, 35, 50–69. <https://doi.org/10.1017/S095442242100007X>.
54. Rybalova, O. V., Matsak, A. O., & Kurochka, M. O. (2024). Ekolohichna nebezpeka zabrudnennia hruntiv vazhkymy metalamy [Environmental hazard of soil pollution by heavy metals]. *The 5th International Scientific and Practical Conference "Innovative Development of Science, Technology and Education"*, Vancouver, Canada, 239–240 [in Ukrainian].
55. Rybalova, O., Korobkova, H., & Hudzievych, A. (2022). Otsinka ryzyku dlia zdorovia naseleння vid zabrudnennia povitria v promyslovykh rehionakh Ukrainy [Assessment of health risks to the population from air pollution in industrial regions of Ukraine]. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology. Geography. Ecology*, 56, 240–254 [in Ukrainian].
56. Rybalova, O., Korobkova, H., Chynchuk, O., Stryzhak, T., & Bondar, O. (2022). Environmental assessment of soil contamination by trace metals. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 57, 307–320. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-23>.
57. Savchuk, I., Romanchuk, L., Yashchuk, I., Kovalova, S., & Bondarchuk, L. (2022). Monitoring of heavy metals in fodder and animal husbandry products of the Polissia zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 25(6), 45–54. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.45-54](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.45-54).
58. Seto, K.C., & Ramankutty, N. (2016). Hidden linkages between urbanization and food systems. *Science*, 352, 943–945. <https://doi.org/10.1126/science.aaf7439>.
59. Sharma, B., Sarkar, A., Singh, P., & Singh, R.P. (2017). Agricultural utilization of biosolids: a review on potential effects on soil and plant growth. *Waste Manage*, 64, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.002>.
60. Shcherbakova, N. S., & Maksymova, Yu. Yu. (2019). Vplyv toksychnykh elementiv na orhanoleptychni pokaznyky moloka [Impact of toxic elements on the organoleptic characteristics of milk]. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 153–158. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.19> [in Ukrainian].
61. Shuliak, S. V., Dobrozhan, Yu. V., Chechet, O. M., Romanko, M. Ye., Kravtsova, O. L., & Stupak, O. M. (2023). Analiz rezultativ doslidzhen vmistu vazhkykh metaliv i makroelementiv v moreproduktakh [Analysis of research results on the content of heavy metals and macroelements in seafood]. In *Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Relevant Aspects of Veterinary Medicine Development in the Context of European Integration"* (September 14-15, 2023, Odesa), 411–414 [in Ukrainian].
62. Srivastava, V., Sarkar, A., Singh, S., Singh, P., de Araujo, A. S. F., & Singh, R. P. (2017). Agroecological responses of heavy metal pollution with special emphasis on soil health and plant performances. *Frontiers in Environmental Science*, 5, Article 64. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00064>
63. Stern, B.R. (2010). Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulatory considerations. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 73(2), 114–127. <https://doi.org/10.1080/15287390903337100>.
64. Tarasenko, L. O., & Rud, V. (2014). Sanitarno-hihienichna otsinka yakosti moloka ta molochnykh produktiv u zalezhnosti vid periodu laktatsii koriv ukrainskoi chervonoj molochnoy porody [Sanitary and hygienic assessment of milk quality depending on the lactation period of Ukrainian red dairy breed cows]. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and the State Scientific Research Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 15(2-3), 179–182. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/handle/123456789/482> [in Ukrainian].
65. The European Commission. (2006). Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union* L 364/5.
66. Trachtenberg, I. M., Dmytrukha, N. M., Luhovskyi, S. P., Chekman, I. S., Kuprii, V. O., & Doroshenko, A. M. (2015). Svynets – nebezpechnyi polutant. Problema stara i nova [Lead – a dangerous pollutant. An old and new problem]. *Current Issues of Toxicology, Food and Chemical Safety*, 3(71), 14–24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spt_2015_3_4 [in Ukrainian].
67. Utkina, K. B., & Bodak, I. V. (2015). Osoblyvosti translokatsii vazhkykh metaliv iz fruktovoi syrovyny u produktiiu yii pererobky (na prykladi yabluk) [Features of heavy metal translocation from fruit raw materials into its processed products (on the example of apples)]. *Man and Environment. Problems of Neoeology*, 3–4(24), 110–114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ltd_2015_3-4_19 [in Ukrainian].

68. Vaccarelli, A., and Bollati, V. (2009). Epigenetics and environmental chemicals. *Current Opinion in Pediatrics*, 21(2), 243–251. <https://doi.org/10.1097/mop.0b013e32832925cc>.
69. Viniichuk, M. M., Skyba, H. V., Yelnikova, T. O., & Mandro, Yu. N. (2019). Bioakumulatsiia okremykh metaliv ta nemetaliv u mitselii ta plodovykh tilakh ektomykoryznykh hribiv [Bioaccumulation of certain metals and nonmetals in the mycelium and fruiting bodies of ectomycorrhizal fungi]. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Ecology*, 20, 23–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKhNU_2019_20_4 [in Ukrainian].
70. Vohnievienko, L. P., & Stasiuk, Yu. I. (2024). Nebezpeky ta zahrozy : vlyv toksykantiv na yakist molochnykh produktiv [Hazards and threats: the impact of toxicants on the quality of dairy products]. *Tavriya Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, 1, 128–133. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.14> [in Ukrainian].
71. Vradii, O. I. (2018). Monitorynh zabrudnennia vazhkymy metalamy lisovykh yahid v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho Ukrainy [Monitoring of heavy metal contamination in forest berries in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Agriculture and Forestry*, 9, 200–208. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/afg_2018_9_21 [in Ukrainian].
72. Waisberg, M., Joseph, P., Hale, B., & Beyersmann, D. (2003). Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology*, 192, 95–117. [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(03\)00305-6](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00305-6).
73. Wang, G., & Fowler, B. (2008). Roles of biomarkers in evaluating interactions among mixtures of lead, cadmium, and arsenic. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 233(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2008.01.017>.
74. Wang, W.-X. (2012). Biodynamic understanding of mercury accumulation in marine and freshwater fish. *Advances in Environmental Research*, 1(1), 15–35. <https://doi.org/10.12989/aer.2012.1.1.015>.
75. Wang, Z., & Yang, C. (2023). Epigenetic and epitranscriptomic mechanisms of chromium carcinogenesis. *Advances in Pharmacological*, 96, 241–265. <https://doi.org/10.1016/bs.apha.2022.07.002>.
76. Woldetsadiq, D., Drechsel, P., Keraita, B., Itanna, F., & Gebrekidan, H. (2017). Heavy metal accumulation and health risk assessment in wastewater-irrigated urban vegetable farming sites of Addis Ababa, Ethiopia. *The International Journal of Food Contamination*, 4, 9. <https://doi.org/10.1186/s40550-017-0064-4>.
77. Yakovets, L. A., & Vatamaniuk, O. V. (2019). Zmina vmistu vazhkykh metaliv u zerni pshenytsi ozymoi ta boroshni v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Changes in heavy metal content in winter wheat grain and flour under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Agriculture and Forestry*, (13), 36–44 [in Ukrainian].
78. Zupo, V., Graber, G., Kamel, S., Plichta, V., Granitzer, S., Gundacker, C., & Wittmann, K.J. (2019). Mercury accumulation in freshwater and marine fish from the wild and from aquaculture ponds. *Environmental Pollution*, 255(1), 112975. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.112975>.

Kotelevych V. A., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Ukraine

Huralska S. V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Polissia National University, Ukraine

Pinsky O. V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Ukraine

Yevtukh L. H., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Ukraine

Honcharenko V. V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Ukraine

Monitoring of the quality and danger food products with the content of heavy metals

The article analyzes the literature sources that outline the problem of man-made environmental pollution and the quality and hazard of food products in terms of heavy metals. The priority environmental pollutants include heavy metals, the depositing medium of which is soils, due to their very low rate of self-purification. The levels of environmental pollution by heavy metals, in particular lead, tend to increase. The danger is that between 40 and 80% of heavy metals enter the human body through the trophic levels of the food chain (soil – plant – animals – raw materials and livestock products or soil – plants – raw materials and crop products).

Heavy metals in the human body can cause toxic effects: impaired kidney function (Cd, Pb, Hg), liver function (Cd and Pb), reproductive disorders (Pb and Cd), cognitive decline (Hg and Pb), neurological disorders (Pb and Hg), hypertension and cancer (Cd), and teratogenic effects (Hg). They exhibit general toxicity, embryotoxicity, carcinogenicity, teratogenicity, mutagenicity, and have the ability to accumulate in living organisms. The problem of food quality and safety is particularly acute for children, as their liver detoxification functions are underdeveloped in the early years of life. In fact, there is no threshold below which lead would be safe for children. It is a cumulative poison and in small doses leads to asymptomatic accumulation and pathological changes in organs.

Thus, one of the most pressing issues in Ukraine is the problem of environmental safety of food raw materials and food products and the search for modern technologies for decontamination of heavy metals in them. The results of the analysis of scientific research have shown a high level of danger in terms of heavy metal content in all types of food products. They are most contaminated in industrialized regions.

To prevent the dangerous impact of heavy metals on public health, it is necessary to cover the entire chain of their migration: from minimizing environmental pollution to enhanced veterinary and sanitary inspection of food raw materials and food products, systematic monitoring studies and public awareness. This approach will significantly improve the food security of the state.

Key words: quality and safety, heavy metals, sources of pollution, food products (vegetable, animal), risks to consumers.