

УДК 636.5:549.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.3.41>

## ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ТКАНИНАХ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ ЗА ДОМАШНЬОГО ТА ПРОМИСЛОВОГО ВИРОЩУВАННЯ

**Разанов С.Ф.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри екології та захисту довкілля,

Львівський національний університет ветеринарної медицини

та біотехнологій імені С. З. Гжицького

[orcid.org/0000-0002-4883-2696](https://orcid.org/0000-0002-4883-2696)

**Тесля Д.М.** – аспірант кафедри екології та захисту довкілля,

Львівський національний університет ветеринарної медицини

та біотехнологій імені С. З. Гжицького

[orcid.org/0009-0009-0782-038X](https://orcid.org/0009-0009-0782-038X)

Проблема забруднення агроєкосистем токсичними елементами залишається актуальною для птахівництва, оскільки важкі метали, зокрема свинець (Pb) і кадмій (Cd), можуть надходити в організм птиці з кормами, водою та компонентами довкілля й накопичуватися у тканинах, впливаючи на безпечність продукції. Водночас мікроелементи цинк (Zn) і мідь (Cu) є необхідними для нормального обміну речовин та продуктивності, проте за підвищених концентрацій також здатні спричиняти небажані фізіологічні зрушення. За умов як промислового, так і домашнього вирощування бройлерів особливої значущості набуває порівняльна оцінка рівнів накопичення досліджуваних елементів у різних тканинах птиці.

Метою дослідження було визначити вміст Pb, Cd, Zn і Cu у м'язевій, жировій та кістковій тканинах бройлерів кросу КОВВ-500 за домашнього та промислового вирощування. Визначення елементів проводили після підготовки проб із застосуванням атомно-абсорбційного методу, результати порівнювали з нормативами та обчислювали коефіцієнт небезпеки як відношення фактичної концентрації до допустимого рівня.

Встановлено, що за домашнього вирощування рівні Pb і Cd у досліджених тканинах були вищими, ніж за промислового. Нормативно значущі перевищення зафіксовано для Pb у кістковій тканині (у 1,56 раза), а для Cd – у м'язевій (у 1,24 раза) та кістковій тканинах (у 2,20 раза). За промислового вирощування перевищень допустимих рівнів для Pb і Cd не виявлено, хоча кісткова тканина була найближчою до граничного значення за Cd. Для Zn і Cu перевищень нормативів не встановлено; водночас Cu характеризувався найбільшим наближенням до допустимого рівня (у кістковій тканині за домашнього вирощування), а максимальне значення для Zn у кістковій тканині за промислового вирощування.

У підсумку встановлено, що ефективне забезпечення безпечності продукції бройлерів потребує одночасного контролю Pb, Cd, Zn, Cu у тканинах, оскільки за домашнього вирощування ризик перевищень є вищим.

**Ключові слова:** тканини птиці, Pb, Cd, Zn, Cu, вирощування, коефіцієнт небезпеки.

### **Razanov S.F., Teslia D.M. Content of heavy metals and trace elements in the tissues of domestic poultry under backyard and industrial rearing conditions**

The problem of agroecosystem contamination with toxic elements remains relevant for poultry production, since heavy metals – particularly lead (Pb) and cadmium (Cd) – can enter the bird's body with feed, water, and environmental components and accumulate in tissues, thereby affecting product safety. At the same time, the trace elements zinc (Zn) and copper (Cu) are essential for normal metabolism and productivity; however, at elevated concentrations they may also cause undesirable physiological changes. Under both industrial and backyard broiler



© Разанов С.Ф., Тесля Д.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

*rearing conditions, a comparative assessment of the accumulation levels of the studied elements in different poultry tissues is of particular importance.*

*The aim of the study was to determine the contents of Pb, Cd, Zn, and Cu in the muscle, adipose, and bone tissues of COBB-500 broilers reared under backyard and industrial conditions. Element concentrations were measured after sample preparation using atomic absorption spectrometry; the results were compared with regulatory limits, and the hazard coefficient was calculated as the ratio of the measured concentration to the permissible level.*

*It was found that under backyard rearing conditions, Pb and Cd levels in the examined tissues were higher than those under industrial rearing. Statistically and regulatorily meaningful exceedances were recorded for Pb in bone tissue (1.56-fold), and for Cd in muscle tissue (1.24-fold) and bone tissue (2.20-fold). Under industrial rearing, no exceedances of the permissible levels for Pb and Cd were detected, although bone tissue showed the closest values to the Cd limit. No exceedances of regulatory limits were observed for Zn and Cu; however, Cu showed the greatest proximity to its permissible level (in bone tissue under backyard rearing), while the highest Zn value was recorded in bone tissue under industrial rearing.*

*In summary, ensuring the safety of broiler products requires simultaneous monitoring of Pb, Cd, Zn, and Cu in tissues, since the risk of exceedances is higher under backyard rearing conditions.*

**Key words:** *poultry tissues, Pb, Cd, Zn, Cu, rearing conditions, hazard coefficient.*

**Постановка проблеми.** Безпечність продукції птахівництва значною мірою визначається вмістом у ній токсичних елементів, насамперед свинцю (Pb) і кадмію (Cd), які можуть надходити до організму птиці з кормами, водою та компонентами середовища й накопичуватися в тканинах. Поряд із цим важливим є контроль мікроелементів, зокрема, цинку (Zn) та міді (Cu), оскільки їхній рівень відображає мінеральний статус птиці та впливає на перебіг обмінних процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки питання забруднення продукції тваринництва, зокрема птахівництва, важкими металами розглядають як один із важливих викликів для харчової безпеки. Найбільшу увагу приділяють Pb і Cd, оскільки ці елементи характеризуються кумулятивною дією, можуть тривалий час зберігатися у компонентах довкілля та залучатися до трофічних ланцюгів [1-2]. Доведено, що навіть за відсутності різко виражених клінічних проявів у птиці хронічне надходження Pb і Cd здатне призводити до небажаних метаболічних зрушень і накопичення токсикантів у тканинах та органах [3].

Провідним серед основних шляхів надходження важких металів у продукцію птахівництва є трофічний шлях, зокрема, ґрунт → рослини → корми → птиця → продукція → людина [1, 4]. При цьому Pb і Cd відносять до найтоксичніших забруднювачів ще й тому, що вони не руйнуються у ґрунті та воді, а зберігаються і переносяться по ланцюгу живлення, спричиняючи приховані порушення обміну речовин у тварин і людини [2].

Основними чинниками забруднення ґрунтів, що зумовлюють підвищення рівнів важких металів у зеленій масі та зерні, вважають діяльність металургійної, гірничовидобувної, нафтохімічної й хімічної промисловості, енергетики та автотранспорту, а також застосування в агросфері пестицидів, інсектицидів і добрив [5-8]. Важкі метали, зокрема, Cd може надходити в організм аліментарним шляхом (через шлунково-кишковий тракт), інгаляційно (через органи дихання) і, значно рідше, через шкіру; при цьому рівень його засвоєння залежить від шляху надходження. Окремо підкреслюють роль води та пилових домішок у кормах як додаткових чинників формування кадмієвого навантаження, особливо за утримання птиці в умовах підвищеної запиленості або поблизу потенційних джерел забруднення. Також зазначається, що Zn може знижувати абсорбцію Cd, що важливо враховувати під час оцінки мінерального забезпечення раціону та ризику накопичення Cd [3].

Дослідження, присвячені розподілу Pb і Cd в організмі птиці, показують тканинну та органну вибірковість накопичення. Найчастіше вказують на підвищені рівні в печінці та нирках як органах детоксикації, а також на здатність кісткової тканини накопичувати токсиканти за тривалого надходження [9]. Це обґрунтовує необхідність оцінювати не лише м'язову тканину як основний харчовий продукт, а й інші тканини, які можуть бути депо токсичних елементів [10]. У частині робіт також підкреслюється, що рівні Pb і Cd у продукції можуть змінюватися залежно від способу утримання, віку та особливостей годівлі, що пояснюють різною інтенсивністю контакту з факторами середовища та відмінностями у складі кормової бази [11].

Паралельно із токсикантами сучасні публікації акцентують значення мікроелементів, насамперед цинку (Zn) і міді (Cu), як необхідних компонентів мінерального живлення птиці. Зокрема, Zn і Cu беруть участь у роботі ферментних систем, підтримують обмін речовин, імунну відповідь, антиоксидантний захист та процеси формування кісток і сполучної тканини. Водночас, як дефіцит, так і надлишок мікроелементів є небажаними, адже за їх нестачі погіршуються ріст і продуктивність, а за підвищених концентрацій можливі метаболічні порушення, антагоністичні взаємодії між елементами та ознаки токсичної дії [12-13]. Тому необхідно оцінювати мікроелементи у поєднанні з контролем важких металів, зважаючи на те, що мінеральний профіль тканин формується під впливом кормів, води й умов утримання.

У роботах з годівлі підкреслюється, що для реалізації продуктивного потенціалу сучасних кросів бройлерів потрібні якісні, збалансовані корми та контроль мінерального складу. Окремо обговорюють також вплив форм мікроелементів у раціоні, зокрема, поряд із неорганічними солями дедалі частіше розглядають органічні (хелатні) форми як такі, що можуть краще засвоюватися [12, 14]. Актуальність таких досліджень посилюється тим, що птахівництво розвивається як галузь, покликана забезпечувати населення м'ясом і яйцями на рівні фізіологічно обґрунтованих норм харчування, а ринок висуває високі вимоги до якості продукції. Для реалізації потенціалу високопродуктивних порід птиці ключовою умовою називають якісні та збалансовані корми [12].

Водночас велика частка продукції походить із домашніх (індивідуальних) господарств, де контроль кормів і готової продукції часто є обмеженим, що підвищує актуальність моніторингу токсикантів [11]. Оскільки виробництво яєць і м'яса бройлерів має стратегічне значення, системний контроль кормової бази та мінерального живлення є необхідним для підтримання продуктивності й одержання стабільно якісної продукції [13].

Отже, Pb і Cd є небезпечними елементами через здатність надходити з багатьох джерел та мігрувати у харчовому ланцюгу, тоді як Zn і Cu є життєво необхідними, але потребують контролю через ризики дисбалансу [2, 14-16]. Водночас порівняльні дані щодо вмісту Pb, Cd, Zn і Cu у різних тканинах бройлерів за домашнього та промислового вирощування висвітлено недостатньо, що обґрунтовує актуальність проведення таких досліджень.

**Мета дослідження** – дослідити інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів у різних тканинах свійської птиці за домашнього та промислового вирощування.

**Матеріали та методика досліджень.** Об'єктом досліджень була свійська птиця (бройлери КОВВ-500), вирощена за домашнього та промислового утримання, а предметом – вміст важких металів (Pb, Cd) і мікроелементів (Zn, Cu) у тканинах організму (м'язева, жирова, кісткова).

Проби відбирали, маркували та готували до аналізу за стандартними вимогами. Оцінку безпечності проводили шляхом порівняння фактичних концентрацій із допустимими рівнями (ДР). Додатково розраховували коефіцієнт небезпеки (Кн) як відношення фактичного вмісту елемента до його допустимого рівня. Вміст важких металів визначали атомно-абсорбційним методом. Статистичну обробку результатів проводили загальноприйнятими методами.

**Результати досліджень.** За результатами досліджень (табл. 1) встановлено, що вміст важких металів в організмі птиці істотно залежав як від типу тканини, так і від умов її вирощування.

Таблиця 1

**Вміст важких металів у різних тканинах птиці, мг/кг**

Тканина птиці	Птиця (домашні умови вирощування)				Птиця (промислові умови вирощування)			
	Pb факт	ДР (Pb)	Cd факт	ДР (Cd)	Pb факт	ДР (Pb)	Cd факт	ДР (Cd)
М'язева	0,42± 0,027	0,5	0,062± 0,003	0,05	0,21± 0,013	0,5	0,041± 0,0014	0,05
Жирова	0,08± 0,012	0,5	0,021± 0,002	0,05	0,05± 0,0031	0,5	0,012± 0,0034	0,05
Кісткова	0,78± 0,029	0,5	0,11± 0,095	0,05	0,34±0,022	0,5	0,047± 0,0031	0,05

Порівняльний аналіз двох систем вирощування засвідчив, що за домашнього вирощування у досліджуваних тканинах птиці спостерігалися вищі концентрації важких металів порівняно із промисловим вирощуванням. Так, для Pb перевищення за домашнього вирощування птиці відносно промислового вирощування становило, зокрема, у 2,0 раза в м'язевій тканині, у 1,6 раза – у жировій та у 2,29 раза – у кістковій. Для Cd відповідні співвідношення дорівнювали у 1,51 раза (м'язева), у 1,75 раза (жирова) та у 2,34 раза (кісткова). Отже, найбільш виражені міжгрупові відмінності були виявлені у кістковій тканині, що може підтверджувати її роль як основного депо важких металів.

Оцінка відповідності нормативам показала, що вміст Pb у птиці за домашнього вирощування перевищував ДР лише в кістковій тканині (у 1,56 раза), тоді як у м'язевій і жировій тканинах перевищень нормативного показника не виявлено. У птиці за промислового вирощування перевищень ДР для Pb не виявлено в жодній тканині. Для Cd у птиці за домашнього вирощування зафіксовано перевищення ДР у м'язевій тканині – у 1,24 раза та у кістковій – у 2,20 раза; натомість у жировій тканині показники відповідали ДР. У птиці за промислового вирощування вміст Cd не перевищував ДР у всіх тканинах, однак кісткова тканина виявилася найближчою до допустимого рівня, що необхідно враховувати під час подальшого контролю.

Таким чином, дані табл. 1 вказують, що домашнє вирощування супроводжується вищим рівнем акумуляції Pb і Cd та наявністю нормативно значущих перевищень (переважно у кістковій, а для Cd також і у м'язевій тканині). Для промислового вирощування характерні нижчі рівні металів і відсутність перевищень ДР, що може відображати більш контрольовані умови годівлі та водопостачання і загальною кращою керуваністю факторів надходження токсикантів у трофічний ланцюг.

Цинк і мідь належать до ключових мікроелементів, без яких неможливі

нормальний ріст і продуктивність свійської птиці. Цинк (Zn) бере участь у роботі численних ферментних систем, підтримує білковий і вуглеводний обмін, впливає на формування кістяка, стан шкіри та оперення, а також на стійкість організму до стресових чинників. Мідь (Cu) є важливою для процесів кровотворення, антиоксидантного захисту, синтезу сполучної тканини та пігментації, а також опосередковано впливає на засвоєння заліза й загальний мінеральний баланс. За умов недостатнього надходження цих елементів можуть погіршуватися темпи росту, конверсія корму та показники якості продукції, тоді як надлишок, навпаки, здатний порушувати фізіологічну рівновагу й викликати небажані метаболічні зміни. Саме тому поряд із контролем токсичних елементів доцільним є оцінювання забезпеченості птиці життєво необхідними мікроелементами та перевірка їх відповідності нормативам.

У зв'язку з цим у таблиці 2 наведено результати визначення вмісту Zn і Cu у м'язевій, жировій та кістковій тканинах птиці за домашнього і промислового вирощування із порівнянням отриманих значень із допустимими рівнями, що дає змогу об'єктивно оцінити особливості накопичення у тканинах цих мікроелементів.

Таблиця 2

### Вміст мікроелементів у тканинах птиці, мг/кг

Тканина птиці	Птиця (домашні умови вирощування)				Птиця (промислові умови вирощування)			
	Zn факт	ДР (Zn)	Cu факт	ДР (Cu)	Zn факт	ДР (Zn)	Cu факт	ДР (Cu)
М'язева	21± 1,5	70	3,7± 0,43	5,0	33± 0,82	70	4,4± 0,89	5,0
Жирова	7,8± 0,37	70	1,8± 0,37	5,0	11,3± 0,71	70	2,2± 0,14	5,0
Кісткова	30± 1,3	70	4,9± 0,44	5,0	51± 1,2	70	4,3± 0,21	5,0

Оцінка відповідності допустимим рівням показала, що для Zn за домашнього вирощування птиці перевищень ДР не встановлено в жодній тканині, зокрема, у м'язевій тканині рівень був нижчим за ДР у 3,33 раза, у жировій – у 8,97 раза, у кістковій – у 2,33 раза. За промислового вирощування птиці Zn також не перевищував ДР, зокрема, у м'язевій тканині він був нижчим за ДР у 2,12 раза, у жировій – у 6,19 раза, а у кістковій – у 1,37 раза, тобто саме кісткова тканина (за промислового вирощування) була найближчою до граничного рівня, що варто враховувати під час подальшого контролю.

Для Cu за домашнього вирощування птиці перевищень ДР також не зафіксовано, однак ступінь наближення до ДР був вищим, ніж для Zn, зокрема, у м'язевій тканині Cu був нижчим за ДР у 1,35 раза, у жировій – у 2,78 раза, а в кістковій – у 1,02 раза (тобто практично на рівні ДР, але без перевищення). За промислового вирощування птиці Cu не перевищував ДР у всіх тканинах, зокрема, у м'язевій був у 1,14 раза нижче ДР, у жировій – у 2,27 раза, у кістковій – у 1,16 раза.

Для оцінки ступеню наближення показників до допустимих рівнів та порівняння ризику між різними тканинами і умовами вирощування було виконано розрахунок коефіцієнтів небезпеки, Кн (рис. 1-4).

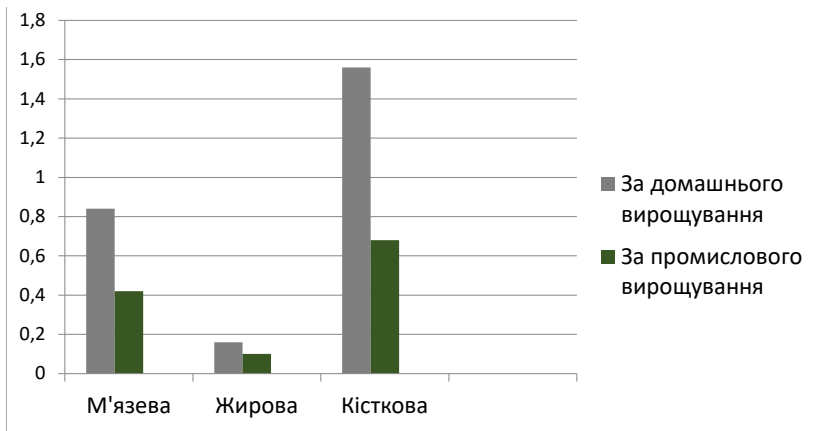


Рис. 1. Коефіцієнт небезпеки  $P_b$  у тканинах птиці за різних умов вирощування

Розрахунок коефіцієнта небезпеки  $P_b$  (рис. 1) показав, що в м'язевій та жировій тканинах коефіцієнт небезпеки  $P_b$  був менше за 1 як за домашнього, так і за промислового вирощування, тобто вміст  $P_b$  не перевищував допустимий рівень. Водночас у кістковій тканині домашньої птиці встановлено  $K_n P_b = 1,56$ , що свідчить про перевищення ДР. За промислового вирощування коефіцієнт небезпеки  $P_b$  у кістковій тканині залишався нижчим за 1 (0,68), що вказує на відсутність ризику за цим показником.

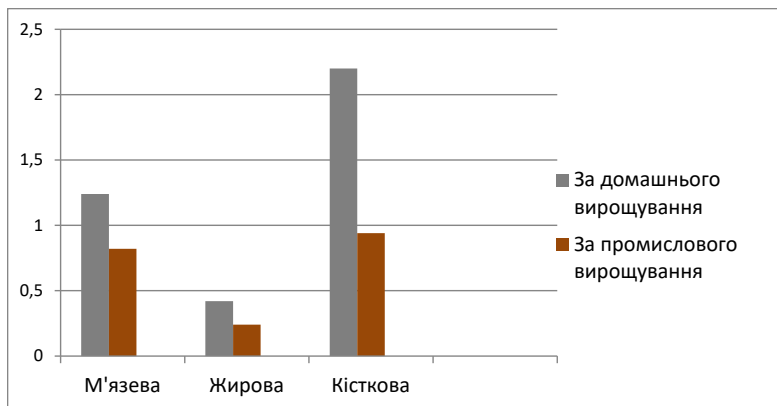


Рис. 2. Коефіцієнт небезпеки  $C_d$  у тканинах птиці за різних умов вирощування

Розрахунок коефіцієнта небезпеки  $C_d$  (рис. 2) показав, що за домашнього вирощування у м'язевій та кістковій тканинах значення перевищують 1 (відповідно 1,24 і 2,20), тобто фактичний вміст  $C_d$  перевищує допустимий рівень; максимальне значення коефіцієнта небезпеки зафіксовано в кістковій тканині. У жировій тканині птиці коефіцієнт небезпеки  $C_d$  становив 0,42, тобто залишався нижчим за норматив. За промислового вирощування коефіцієнт небезпеки  $C_d$  у всіх тканинах менший за 1, при цьому кісткова тканина є найближчою до граничного рівня (0,94).

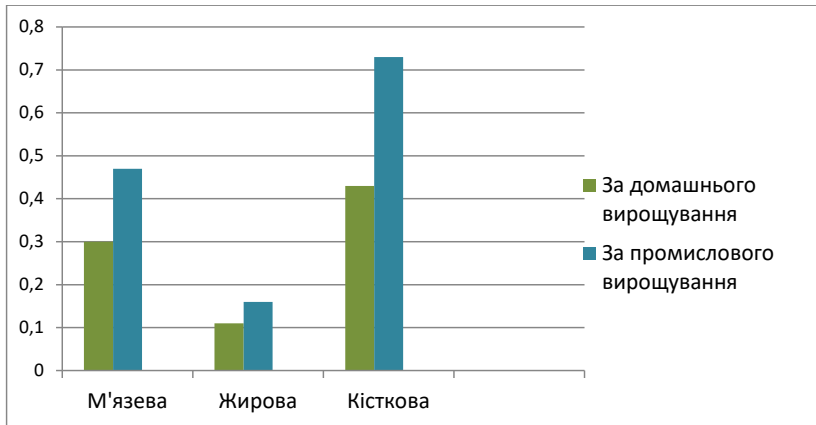


Рис. 3. Коефіцієнт небезпеки Zn у тканинах птиці за різних умов вирощування

Значення коефіцієнта небезпеки Zn (рис. 3) у всіх тканинах були менші за 1, тобто вміст Zn не перевищував ДР. Найвищі значення коефіцієнта небезпеки спостерігалися в кістковій тканині, особливо за промислового вирощування (0,73), що відображає інтенсивніше депонування Zn у кісткових тканинах. Мінімальні значення коефіцієнта небезпеки Zn характерні для жирової тканини.

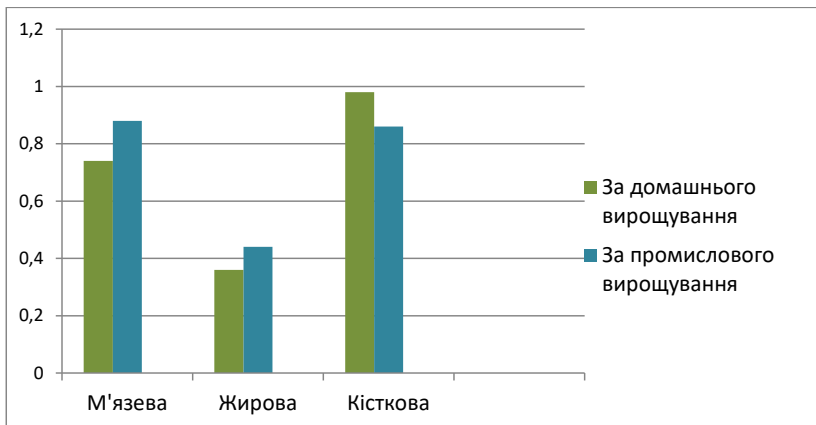


Рис. 4. Коефіцієнт небезпеки Si у тканинах птиці за різних умов вирощування

Значення коефіцієнта небезпеки Si у всіх тканинах також не перевищували 1, отже перевищень нормативних значень не було встановлено (рис. 4). Водночас Si характеризувався найбільшим наближенням до ДР порівняно із Zn, адже максимальне значення коефіцієнта небезпеки Si зафіксовано в кістковій тканині птиці за домашнього вирощування (0,98). За промислового вирощування найвищі значення коефіцієнта небезпеки Si також припадали на м'язеву та кісткову тканини (0,88 і 0,86 відповідно), тоді як у жировій тканині коефіцієнт небезпеки Si залишалися найнижчим (0,36-0,44).

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Отримані результати свідчать, що рівні елементів у птиці визначаються як типом тканини, так і системою утримання, зокрема, за домашнього вирощування вміст Pb і Cd у всіх досліджених тканинах був вищим, ніж за промислового, причому найбільш виражені відмінності припадали на кісткову тканину, що підтверджує її роль як основного депо важких металів. Оцінка відповідності нормативам показала, що в домашній групі для Pb перевищення ДР встановлено лише в кістковій тканині (у 1,56 раза), тоді як у м'язевій і жировій тканинах показники залишалися в межах допустимого; для Cd у домашній групі зафіксовано перевищення ДР у м'язевій тканині (у 1,24 раза) та кістковій (у 2,20 раза), тоді як у жировій тканині значення відповідали ДР. За промислового вирощування перевищень ДР для Pb і Cd у тканинах птиці не виявлено, однак кісткова тканина була найближчою до граничного рівня за Cd, що доцільно враховувати під час подальшого контролю. Для мікроелементів (Zn, Cu) у тканинах птиці перевищень ДР також не встановлено, водночас Cu характеризувався суттєво більшим наближенням до нормативної межі, ніж Zn.

Розрахунок коефіцієнтів накопичення показав, що найбільші значення були характерні для кісткової тканини. За домашнього вирощування встановлено нормативно значуще накопичення, зокрема, коефіцієнт накопичення Pb дорівнював 1,56 у кістковій тканині, Cd – 1,24 у м'язевій і 2,20 у кістковій тканині. За промислового вирощування для Pb і Cd у всіх тканинах коефіцієнт накопичення був менше одиниці. Для Zn і Cu за домашнього й промислового вирощування також коефіцієнт накопичення був менше одиниці, однак Cu виявився найближчим до граничного рівня.

Перспективним є розширення досліджень із урахуванням віку птиці, сезонності та якості кормів/води, а також перевірка ефективності заходів зниження надходження важких металів у продукцію.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кураєва І.В., Сплодитель А.О. Розподіл важких металів у системі "грунт-рослина" в ландшафтах природоохоронних територій. *Геохімія техногенезу*. 2020. Вип. 3. С. 79-89. DOI: <https://doi.org/10.15407/geotech2020.31.079>
2. Савченко Ю.І., Савчук І.М., Ковальова С.П. Концентрація <sup>137</sup>Cs і важких металів у м'ясі качок, вирощених у різних зонах радіоактивного забруднення. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 3. С. 31-38.
3. Шаторна В.Ф., Онул Н.М., Земляний О.А., Стрижак О.В. Зміни морфогенезу кісткової тканини під впливом важких металів (огляд даних наукової літератури). *Перспективи та інновації науки (Серія "Педагогіка", Серія "Психологія", Серія "Медицина")*. 2024. № 2. С. 1308-1318.
4. Razanov S., Husak O., Hnativ P., Dydiv A., Bakhmat O., Stepanchenko V., Pryshchepa A., Shcherbachuk V., Mazurak O. The Influence of the Gray Forest Soil Moisture Level on the Accumulation of Pb, Cd, Zn, Cu in Spring Barley Grain. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. 24(7). 285-292. DOI : <https://doi.org/10.12911/22998993/164747>
5. Лисанчук Ю. Шляхи надходження важких металів у навколишнє середовище та їх вплив на організм птиці. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*. 2013. № 17(2). С. 422-426.
6. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства – як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. № 1 (134). С. 70-75.
7. Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Концентрація важких металів у фітомасі злакових культур. *Екологічні науки*. 2024. № 3. С. 91-94.

8. Razanov S.F., Tyrus M.L., Razanova A.M., Kovka N.S., Nedashkivska V.V. Lead accumulation and removal by amaranth cultivation on grey forest soils in Western Ukraine. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 145 (2). С.356-363. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.38>
9. Вахуткевич І.Ю., Снітинський В.В. Вміст важких металів в органах і тканинах птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2014. Т. 16, № 2(3). С. 269-274.
10. Остап'юк А.Ю., Гутий Б.В. Вплив кадмієвого навантаження на морфологічні показники крові птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Ветеринарні науки*. 2018. Т. 20, № 88. С. 48-52.
11. Ковальова С. Вікова динаміка вмісту важких металів у м'язах качок. *Тваринництво України*. 2013. № 3. С. 14-17.
12. Тимошенко Р.В., Опанасенко Ю.М., Вієвський Г.С. Вплив органічних мікроелементів на продуктивність птиці. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Ветеринарна медицина*. 2018. Вип. 1. С. 50-53.
13. Борковський Р.О., Березовський А.В. Перспективи використання макро- та мікроелементів у годівлі птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Ветеринарні науки*. 2023. Т. 25, № 112. С. 67-72.
14. Сакара В.С., Мельник А.Ю., Харченко А.В. Профілактична ефективність застосування хелатів мікроелементів під час вирощування сільськогосподарської птиці (огляд). *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія : Ветеринарні науки*. 2021. Т. 23, № 101. С. 113-123.
15. Шевченко Л.В., Михальська В.М., Малюга Л.В., Поляковський В.М. Комплексні сполуки мікроелементів – сучасні засоби профілактики хвороб птиці. *Біо-ресурси і природокористування*. 2014. Т. 6, № 1-2. С. 67-70 .
16. Razanov S.F., Husak O.B., Tkalich Y.I., Vradii O.I., Aleksieiev O.O., Verhelis V.I., Razanova A.M. Influence of Soil Moisture Level on the Translocation of Plumbum and Cadmium in the Grains of Winter Cereals. *Agrology*. 2022. 5 (4):122-125. DOI: 10.32819/021119. <https://agrologyjournal.com/index.php/agrology/article/view/113>

Дата першого надходження статті до видання: 07.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026