

**SCI-CONF.COM.UA**

# **EURASIAN SCIENTIFIC DISCUSSIONS**



**PROCEEDINGS OF V INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
JUNE 5-7, 2022**

**BARCELONA  
2022**

# **EURASIAN SCIENTIFIC DISCUSSIONS**

Proceedings of V International Scientific and Practical Conference

Barcelona, Spain

5-7 June 2022

**Barcelona, Spain**

**2022**

## UDC 001.1

The 5<sup>th</sup> International scientific and practical conference “Eurasian scientific discussions” (June 5-7, 2022) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2022. 821 p.

**ISBN 978-84-15927-32-7**

The recommended citation for this publication is:

*Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2022. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-eurasian-scientific-discussions-5-7-iyunya-2022-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>.*

**Editor**

**Komarytskyy M.L.**

*Ph.D. in Economics, Associate Professor*

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

**e-mail:** [barca@sci-conf.com.ua](mailto:barca@sci-conf.com.ua)

**homepage:** <https://sci-conf.com.ua>

©2022 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2022 Barca Academy Publishing ®

©2022 Authors of the articles

# TABLE OF CONTENTS

## AGRICULTURAL SCIENCES

1. *Заболотний О. І.* 17  
ЯКІСНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЮ ОГІРКА ЗА  
УМОВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ
2. *Ковтунюк З. І.* 21  
СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ ЦВІТНОЇ В ЗОНІ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ
3. *Цехмістренко О. С., Онищенко Л. С., Шулько О. П.* 25  
БІОАКУМУЛЯЦІЯ СЕЛЕНУ ДОЩОВИМИ ЧЕРВ'ЯКАМИ  
(EISENIA FETIDA) У ВЕРМІКОПОСТУВАННІ

## VETERINARY SCIENCES

4. *Дубовий А. А., Воронков Є. О.* 34  
ПОКАЗНИКИ СИРОВАТКИ КРОВІ ТА СЕЧІ У СОБАК ЗА  
ГОСТРОГО ПЕРЕБІГУ ПІЄЛОНЕФРИТУ
5. *Дубовий А. А., Захарчук А. В., Воронков Є. О.* 37  
АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ УРОЛІТІАЗУ У КОТІВ У НАВЧАЛЬНО-  
НАУКОВО-ВИРОБНИЧІЙ КЛІНІЦІ ПОЛІСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

## BIOLOGICAL SCIENCES

6. *Медведєва О. В., Мірзак Т. П.* 40  
ПОРІВНЯЛЬНИЙ ДОСВІД ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В  
КРАЇНАХ ЄВРОПИ
7. *Медведєва О. В., Мірзак Т. П., Сергенчук І. Б.* 44  
АУДИТ ВІДХОДІВ ЗАКЛАДІВ ГРОМАДСЬКОГО  
ХАРЧУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ КАВ'ЯРНІ
8. *Яковичина Т. Ф., Толоконнікова А. С.* 47  
ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ  
СПОЛУКАМИ МЕТАЛІВ ҐРУНТІВ УРБОЕКОСИСТЕМИ М.  
ДНІПРО
9. *Ярема Ю. М., Нірода Т. М., Нанинець М. В., Субота Г. М.* 52  
ФАУНА ХРЕБЕТНИХ ОКУЛЬТУРЕНИХ ТА ПРИРОДНИХ  
ЛАНДШАФТІВ НПП «СИНЕВИР»

## MEDICAL SCIENCES

10. *Avdusenko M., Zabolotna I., Makhnova A., Turchenenko S.,  
Novikova K.* 59  
THE RESULTS OF USING THE PRO ROOT MTA MATERIAL IN  
THE TREATMENT OF CHRONIC PERIODONTITIS IN TEETH  
WITH INCOMPLETE ROOT FORMATION
11. *Babadzhan V., Koshkina M., Fedorenko O.* 64  
EFFECT OF THE COMBINED COURSE OF CHRONIC

## **БІОАКУМУЛЯЦІЯ СЕЛЕНУ ДОЩОВИМИ ЧЕРВ'ЯКАМИ (*EISENIA FETIDA*) У ВЕРМІКОПОСТУВАННІ**

**Цехмістренко Оксана Сергіївна,**

д-р. с.-г. наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

**Онищенко Любов Степанівна,**

старший викладач

Білоцерківський національний аграрний університет

**Шулько Ольга Павлівна**

канд. с.-г. наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

Останніми роками перед людством все інтенсивніше постає питання виробництва високоякісних продуктів харчування та ремедіації довкілля, забруднення якого є прямим наслідком антропогенного навантаження. Для розщеплення широкого спектру органічних залишків, включаючи осад стічних вод, відходи тварин, рослинні рештки та промислове сміття, використовуються дощові черв'яки для виробництва вермікомпосту [7; 11]. Вермікомпостування – компостування з хробаками (*Eisenia fetida*), під час якого вони живляться розкладеною органічною речовиною. Проходячи через кишечник, їжа перетворюється на кінцевий органічний продукт, фізично та хімічно розкладений у м'язовому шлунку, із розміром частинок від 1 до 2 мікрон, легко розчиняється у воді та поглинається рослинами [2]. Цей простий і недорогий метод можна використовувати для видалення токсичних металів і розщеплення складних хімічних речовин до нетоксичних форм.

Селен (Se) є важливим для здоров'я мікроелементом людини, що входить до складу антиоксидантних ензимів, регулює діяльність гормонів щитоподібної залози, підтримує функціональний стан печінки та нирок [17; 18; 19]. У високих концентраціях елемент може викликати отруєння та розвиток лужної хвороби [20; 21]. Діяльність людини, зокрема спалювання вугілля та видобуток корисних копалин, мобілізує високі рівні Se та загрожує біоті ґрунту [26]. У той

же час за промислового вирощування тварин та птиці спостерігається нестача Селену у раціоні, що призводить до метаболічних порушень внаслідок підвищеної чутливості вирощуваних організмів до зміни параметрів мікроклімату та впливу оксидативного стресу [3; 17]. Дощовий черв'як *Eisenia fetida* може використовуватись як біоіндикатор забруднення навколишнього середовища для дослідження гострої токсичності, збагачення та розподілу Se за допомогою тестів на експозицію та, у подальшому, застосовуватись у годівлі сільськогосподарської птиці як джерело біогенного Селену [26]. Так, встановлено, що дощові черв'яки отримували найбільше навантаження Se (89,47 мг/кг) за вирощування у штучному ґрунті із вмістом елементу 80 мг/кг та лише 90,3 мг/кг за вирощування у коров'ячому гною із вмістом 160 мг Se/кг. При цьому у хвості *E. fetida* накопичується 46,6–60,59 % загального Se. Дослідження демонструє, що селеніт є більш токсичним для дощових черв'яків, які живуть у штучному ґрунті, ніж у коров'ячому гною, а *E. fetida* володіє певними механізмами детоксикації Se шляхом розподілу Se в хвості.

Селен (Se) є антиоксидантом та імуномодулятором у організмах людей і тварин [16], є незамінним мікроелементом для здоров'я [22]. Однак Se також може здійснювати несприятливий вплив і навіть загрожувати здоров'ю через харчовий ланцюг після біоаккумуляції [13; 23]. Se в природі міститься в земній корі, його вміст у ґрунті зазвичай коливається в межах 0,01–2 мг/кг, а у селеноносних ґрунтах його вміст перевищує 5 мг/кг.

Вміст Se в ґрунті підвищується внаслідок промислової діяльності людини [6] та може надходити в систему сільськогосподарського виробництва постійно або періодично через внесення добрив та агрохімікатів [24]. Зазвичай Se не може повністю накопичуватись рослинами, більшість з них залишається або збагачується в шарі ґрунту, що спричиняє забруднення ґрунту Se.

Наслідками забруднення Se ( $\geq 25$  мкг/л води) є ліпідний та білковий окисний стрес та пошкодження ДНК [9].

Дощові черв'яки є основними безхребетними ґрунтової екосистеми і відіграють важливу роль у підтримці якості та функціональності ґрунту [14],

мають велику здатність до біоаккумуляції важких металів [1; 26; 10], пестицидів [26; 16; 24], їх розглядають як один із ключових організмів у токсикології навколишнього середовища і використовують як еталонні організми для оцінки екотоксикологічного впливу забруднюючих речовин [12].

Екотоксикологічний вплив важких металів (Cd, Pb, Zn і Cu) на дощових черв'яків добре вивчено, однак є мало досліджень щодо токсичності Se для дощових черв'яків [15]. Висвітлено [8] гостру токсичність селеніту та його вплив на окиснювальний статус, клітинні та генетичні параметри в *Eisenia andrei*. Встановлено, що вищий вплив селеніту стимулює окисний стрес і спричиняє незначне зниження генів рецепторів розпізнавання образів у дощових черв'яків. Xiao et al. (2018) виявили, що Se ґрунту у дозі 183,8 мг/кг інтенсивніше пригнічує індивідуальну біомасу черв'яків після 28 днів впливу.

*E. fetida* є стандартним видом, який зазвичай використовується в тестах на гостру токсичність та комерційно вирощується для вермікомпостування з сільськогосподарськими органічними відходами. Вміст Se в ґрунті або соломі аграрних культур було підвищено в результаті діяльності людини [6] у вигляді селеніту або селенату, і може викликати токсичний вплив на черв'яків шляхом вермікомпостування відходів. *E. fetida* втратила більше 20% свіжої маси тіла після впливу ґрунту з високим вмістом Se (34,5 мг/кг) лише протягом 7 днів [25], тоді як *E. fetida*, вирощений у коров'ячому гною та грибних відходах, не показав змін біомаси при концентрації Se 40 мг/кг [26]. Припускають, що різні субстрати можуть впливати на ріст або виживання дощових черв'яків.

У дослідженні реакції дощових черв'яків на різні концентрації Se та морфологічних змін за впливу селеніту встановлено [26], що додавання Se менше ніж 0,57 мкг Se/см<sup>2</sup> не мало суттєвого впливу на активність і поведінку черв'яків під час тесту на контакт із фільтрувальним папером, але реакція на стрес відбулася при обробці з високим вмістом Se (1,52 мкг Se/см<sup>2</sup> та 4,53 мкг Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O/см<sup>2</sup>).

Субстрати сильно впливали на смертність дощових черв'яків у відповідь на рівень Se. Встановлено, що 50 мг Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>/кг не мали смертельного впливу

на *E. fetida* у вологому субстраті, однак смертність *E. fetida* досягала майже 90% при впливі 200 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3/\text{кг}$  у коров'ячому гною [22], при чому смертність збільшувалася зі збільшенням тривалості впливу та концентрації Se. Смертність перевищувала 50% у *E. fetida*, вирощеної в ґрунті зі вмістом Se 200 мг/кг впродовж 28 днів [25]. У дослідженні [26] використовували штучний ґрунт із вмістом селену 93,84 та 65,36 мг/кг, що було приблизно в 2,8 та 1,2 рази вище, ніж у коров'ячому гною відповідно. Результати демонструють, що субстрат має великий вплив на виживання черв'яків, як і відмінності в індивідуальних розмірах і часі впливу. Варто зазначити, що за збільшення вмісту органічної речовини в штучному ґрунті з 10% до 14%, значення  $\text{LD}_{50}$  для Cd в *E. fetida* зросло з 354 мг/кг до понад 625 мг/кг, що свідчить про сприятливий вплив на виживання за підвищеного вмісту органічної речовини.

Вплив Se-вмісних субстратів викликав загальне зниження ваги біомаси дощових черв'яків [26], приблизно на 8,9–80,5% впродовж 28 днів, і більшість особин, що вижили, були деформовані [25]. Цей результат свідчить про надзвичайно несприятливий вплив Se на дощових черв'яків. Інгібування Se на біомасі дощових черв'яків може бути пов'язано з дезорієнтацією активності ферментів, зміною окисного статусу, апоптозоподібною загибеллю клітин у целомацитах і зниженням рівня мРНК в генах, пов'язаних зі стресом, наприклад, Se порушує нормальний гомеостаз у дощових черв'яків [3; 4; 5].

Повідомляється про біоаккумуляцію Se в хробаках на рівні 200 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3/\text{кг}$  за вмісту елемента у коров'ячому гної на рівні 332,5 мг/кг [22]; на рівні 337 мг Se/кг у  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  (50 мг/кг) у вологому субстраті; 83 мг/кг за вмісту у сільськогосподарському ґрунті на рівні 200 мг Se/кг [25]. Окрім типу субстрату на біоаккумуляцію Se у *E. fetida* впливають тривалість експозиції та концентрація елемента, адже біологічне збагачення ним у черв'яків збільшувалося із збільшенням кількості Se, доданого до субстратів, та тривалого періоду впливу [16; 25].

У дослідженні [26] встановлено, що дощові черв'яки накопичували вищий рівень Se у штучному ґрунті, ніж у коров'ячому гною, що може бути



пов'язано із більшою кількістю поживних речовин у гноєві і можливістю харчуватися меншою кількістю субстрату. Також встановлено, що черв'яки поглинали більше Se в групах, які обробляли вищим рівнем Se [25], що може бути результатом збільшення швидкості викиду Se черв'яками та/або насичення Se-зв'язуючих сайтів у тканинах дощових черв'яків.

Високе надходження та накопичення Se в організмі дощового черв'яка було основною причиною його загибелі [26], що пов'язано з токсичністю Se для черв'яків у різних субстратах. Причинами цього можуть бути: 1) основні компоненти штучного ґрунту, які спричиняють гіршу здатність утримувати воду, ніж коров'ячий гній, при цьому більша частина води затримується в проміжках частинок ґрунту, що збільшує тривалість контакту між дощовими хробаками та розчином Se. Таким чином, дощові черв'яки біоакумулюють Se через шкіру, живлячись у штучному ґрунті, що є прямим результатом надмірного навантаження Se і сильної токсичності порівняно з субстратом коров'ячого гною. 2) Вміст органічної речовини в штучному ґрунті є відносно низьким, і є багато великих частинок, зокрема пісок, який важко перетравлюються, що призводить до більшої тривалості споживання і травлення кишечником, що призводить до збільшення накопичення Se в дощових черв'яках. 3) Вміст органічної речовини у штучному ґрунті відносно нижчий, ніж у коров'ячому гною, тому дощові черв'яки можуть поглинати більше ґрунту для підтримки росту, а більше Se поглинається разом із ґрунтом і накопичується в дощовому черв'яці.

Дощові черв'яки мають стратегії виживання, включаючи перерозподіл металу в тканинах, коли вони піддаються впливу ґрунтів, забруднених важкими металами [16; 24]. Токсичність металів у дощових черв'яків змінює опосередковані стресом шкідливі ефекти, посилюючи пов'язані захисні гени. Розподіл металів у різних субклітинних фракціях черв'яків дозволяє передбачити здатність до накопичення у їх організмі металів, які піддаються впливу забруднень. Більшість органів дощового черв'яка (мозок, серце, яєчники та сперматозоїди), розміщені в передклітеларі або голові, тоді як

постклітеллярний або хвіст – це переважно кишечник. Механізм перерозподілу металу може бути захистом або стратегією виживання черв'яків.

У дослідженні [26] Se в основному накопичувався в голові *E. fetida* (загалом вище 50%), але частка в голові зменшувалася зі зниженням рівня Se в ґрунті. Припускають, що для зменшення токсичного впливу Se на організм (нервову систему або органи), *E. fetida* може регулювати Se, розподіляючи його в хвіст. Дослідження [10] показали, що селеніт, накопичений в *E. fetida*, здебільшого біотрансформується в органічні форми Se, як механізм детоксикації Se [16], а органічний Se є менш токсичним для безхребетних.

Отже, селеніт може становити вищий екологічний ризик у ґрунтах з низьким вмістом органічної речовини не тільки для біоти ґрунту, але й для організмів, які ними живляться. Результати також продемонстрували, що використання органічних добрив може ефективно зменшити потенційний екологічний ризик, спричинений селенітом.

*E. fetida*, що зазнавали впливу різних субстратів, рівнів селеніту та тривалості впливу, показали різні рівні LD<sub>50</sub>, біомаси, накопичення та розподілу Se, різку зміну морфології та життєдіяльності дощового черв'яка. Штучний ґрунт спричинив більше накопичення Se та більшу смертність у *E. fetida*, тому в даному середовищі селеніт є більш токсичним. Крім того, механізм перерозподілу Se хробаками заслуговує на подальше дослідження з огляду на перспективи застосування їх у якості добавки до раціону птиці як цінне джерело органічних форм Se для легшого засвоєння та підвищення продуктивності за виробництва високоякісної продукції.

### Список літератури

1. Babić, S., Dragun, Z., Klobučar, R. S., Ivanković, D., Bačić, N., Fiket, Ž., ... & Čož-Rakovac, R. (2015). Indication of metal homeostasis disturbance in earthworm *Eisenia fetida* after exposure to semi-solid depot sludge. *Science of the total environment*, 526, 127-135.

2. Bhartiya, D. K., & Singh, K. (2012). Heavy metals accumulation from municipal solid wastes with different animal dung through vermicomposting by earthworm *Eisenia fetida*. *World Appl Sci J*, 17(1), 133-139.
3. Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S., Tsekhmistrenko, O., Oleshko, O., & Heiko, L. (2020). Influence of selenium on redox processes, selenoprotein metabolism and antioxidant status of aquaculture facilities.
4. Bityutsky, V. S., Tsekhmistrenko, S. I., Tsekhmistrenko, O. S., Tymoshok, N. O., & Spivak, M. Y. (2020). Regulation of redox processes in biological systems with the participation of the Keap1/Nrf2/ARE signaling pathway, biogenic selenium nanoparticles as Nrf2 activators. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 11(4), 483–493.
5. Bityutskyy, V.S., Oleshko, O.A., Tsekhmistrenko, S.I., Melnichenko, O.M., Tsekhmistrenko, O.S., Melnichenko, Yu.O., ... & Shulko, O.P. (2021). The Influence of Various Forms of Selenium on Redox Processes, Gene Expression of Selenoproteins, Antioxidant Status in Biological Objects. *Oxidants and antioxidants in medical science*, 10(8), 5–13.
6. Cordoba, P., & Staicu, L. C. (2018). Flue gas desulfurization effluents: an unexploited selenium resource. *Fuel*, 223, 268-276.
7. Dominguez, J., & Edwards, C. A. (1997). Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (*Oligochaeta*) in pig manure. *Soil biology and biochemistry*, 29(3-4), 743-746.
8. Ečimović, S., Velki, M., Vuković, R., Čamagajevac, I. Š., Petek, A., Bošnjaković, R., ... & Lončarić, Z. (2018). Acute toxicity of selenate and selenite and their impacts on oxidative status, efflux pump activity, cellular and genetic parameters in earthworm *Eisenia andrei*. *Chemosphere*, 212, 307-318.
9. Gobi, N., Vaseeharan, B., Rekha, R., Vijayakumar, S., & Faggio, C. (2018). Bioaccumulation, cytotoxicity and oxidative stress of the acute exposure selenium in *Oreochromis mossambicus*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 162, 147-159.

10. Huang, C., Ge, Y., Yue, S., Zhao, L., & Qiao, Y. (2021). Microplastics aggravate the joint toxicity to earthworm *Eisenia fetida* with cadmium by altering its availability. *Science of the Total Environment*, 753, 142042.
11. Kale, R. D. (1998). Earthworms: nature's gift for utilization of organic wastes.
12. Pelosi, C., Joimel, S., & Makowski, D. (2013). Searching for a more sensitive earthworm species to be used in pesticide homologation tests—a meta-analysis. *Chemosphere*, 90(3), 895-900.
13. Saha, U., Fayiga, A., & Sonon, L. (2017). Selenium in the soil-plant environment: A review. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 1-18.
14. Singh, S., Singh, J., & Vig, A. P. (2016). Earthworm as ecological engineers to change the physico-chemical properties of soil: soil vs vermicast. *Ecological Engineering*, 90, 1-5.
15. Stewart, D. T., Noguera-Oviedo, K., Lee, V., Banerjee, S., Watson, D. F., & Aga, D. S. (2013). Quantum dots exhibit less bioaccumulation than free cadmium and selenium in the earthworm *Eisenia andrei*. *Environmental toxicology and chemistry*, 32(6), 1288-1294.
16. Sun, X., Yue, S. Z., Qiao, Y. H., Sun, Z. J., Wang, C., & Li, H. F. (2020). Dietary supplementation with selenium-enriched earthworm powder improves antioxidative ability and immunity of laying hens. *Poultry Science*, 99(11), 5344-5349.
17. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., & Tsekhmistrenko, O. S. (2020, May). Markers of oxidative stress in the blood of quails under the influence of selenium nanoparticles. In *Impact of modernity on science and practice. Abstracts of XVIII International Scientific and Practical Conference*. Boston, USA (pp. 177-180).
18. Tsekhmistrenko, S. I., Bityutskyy, V. S., Tsekhmistrenko, O. S., Melnichenko, O. M., Kharchyshyn, V. M., Tymoshok, N. O., ... & Demchenko, A. A. (2020). Effects of selenium compounds and toxicant action on oxidative biomarkers in quails. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 232-239.

19. Tsekhmistrenko, S., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, O., Kharchyshyn, V., Tymoshok, N., Demchenko, O., ... & Tokarchuk, T. (2021). Ecological and toxicological characteristics of selenium nanocompounds.
20. Tsekhmistrenko, O., Bityutskii, V., Tsekhmistrenko, S., Kharchyshyn, V., Tymoshok, N., & Spivak, M. (2020). Efficiency of application of inorganic and nanopreparations of selenium and probiotics for growing young quails. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 8(3), 206–212.
21. Tsekhmistrenko, O., Bityutskyy, V., Tsekhmistrenko, S., Melnychenko, O., Tymoshok, N., & Spivak, M. (2019). Use of nanoparticles of metals and non-metals in poultry farming. *Animal Husbandry Products Production and Processing*, 2, 113-130. Ukraine) <https://doi.org/10.33245/2310-9289-2019-150-2-113-130>.
22. Ullah, H., Liu, G., Yousaf, B., Ali, M. U., Abbas, Q., Munir, M. A. M., & Mian, M. M. (2018). Developmental selenium exposure and health risk in daily foodstuffs: a systematic review and meta-analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 149, 291-306.
23. Vinceti, M., Filippini, T., & Wise, L. A. (2018). Environmental selenium and human health: an update. *Current environmental health reports*, 5(4), 464-485.
24. Wang, Q., Yu, Y., Li, J., Wan, Y., Huang, Q., Guo, Y., & Li, H. (2017). Effects of different forms of selenium fertilizers on Se accumulation, distribution, and residual effect in winter wheat–summer maize rotation system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(6), 1116-1123.
25. Xiao, K., Song, M., Liu, J., Chen, H., Li, D., & Wang, K. (2018). Differences in the bioaccumulation of selenium by two earthworm species (*Pheretima guillemi* and *Eisenia fetida*). *Chemosphere*, 202, 560-566.
26. Yue, S., Huang, C., Wang, R., & Qiao, Y. (2021). Selenium toxicity, bioaccumulation, and distribution in earthworms (*Eisenia fetida*) exposed to different substrates. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 217, 112250.