

## ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗЕРНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРІОДУ ОЧІКУВАННЯ

Л.А. Яковець  
аспірант

Вінницький національний аграрний університет

*Показано джерела потрапляння важких металів у зерно та накопичення їх у різних видах зернових. Установлено небезпеку потрапляння важких металів в організм людини. Досліджено динаміку зміни концентрації важких металів у зерні пшениці озимої та ячменю ярого залежно від періоду очікування.*

**Ключові слова:** важкі метали, зернова продукція, забруднення, пшениця озима, ячмінь ярий.

З року в рік усе гостріше постає проблема забруднення ґрунтового середовища шкідливими речовинами, які мають здатність накопичуватися в ґрунті і згодом переноситись у рослинну продукцію. Ризик забруднення ґрунтів і рослинницької продукції зростає в умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва засобами хімізації — мінеральними добривами та пестицидами, обсяги внесення яких постійно зростають. Найнебезпечнішими токсичними речовинами для рослин у ґрунті є важкі метали, здатні включатися в трофічні ланцюги, накопичуватися в продуктах харчування та концентруватися в організмі людини. Особливо актуальною ця проблема є стосовно основної продовольчої культури — пшениці озимої.

Моніторинг вмісту важких металів у ґрунті здійснюється постійно, проте інтенсивністю зміни вмісту їх у зерні зернових культур залежно від періоду очікування ніхто з науковців не займався, тому й виникла необхідність цю проблему досконало вивчити провести наукові дослідження.

До особливо небезпечних важких металів, що забруднюють сільськогосподарську продукцію, належать Pb, Zn, Cd, Cu, Mn та ін. Джерелами потрапляння їх у зерно є мінеральні добрива, хімічні меліоранти й пестициди, які безпосередньо вносяться в ґрунт для підвищення врожайності. Мінеральні добрива та хімічні меліоранти, крім основних елементів живлення, містять до 5% домішок, з яких найбільше кадмію, свинцю, цинку, стронцію, міді — у фосфорних добривах; свинцю, стронцію, цинку і міді — у вапнякових матеріалах [1, с. 107; 2, с. 2].

Установлено, що при внесенні азотних добрив у ґрунт надходить 174,4 мг/кг свинцю та 1,3 мг/кг кадмію, фосфорних добрив — 138,1 мг/кг свинцю та 2,7 мг/кг кадмію [3].

Інтенсивність накопичення важких металів у різних видах зернових культур неоднакова.

Найстійкіші до них жито озиме, пшениця озима, овес, ячмінь. Найвищий адаптивний потенціал має жито, а найнижчий — ячмінь. Найбільша кількість важких металів у цієї групи культур накопичується в кореневій системі та вегетативних органах [4, с. 5].

Установлено, що близько 70% свинцю людина отримує з продуктами харчування. Вміст свинцю залежить від регіону і становить у середньому 0,01–1 мг/кг продукту. Кадмій, акумулюючись у рослинах, легко потрапляє в харчові продукти, а через них — в організм людини. Миш'як наявний у більшості харчових продуктів, оскільки широко розповсюджений в довкіллі.

Важкі метали, потрапляючи в живі організми, накопичуються в певних тканинах, внаслідок чого виникає ціла низка порушень на клітинному рівні. Зокрема, вступаючи у взаємодію з тіловими групами різних макромолекул організму, відбувається їх блокування, що в подальшому призводить до втрати протеїнами багатьох реакцій та порушення обміну речовин. У крові важкі метали з'єднуються з альбумінами, що сприяє підвищенню їх доступності клітинам організму.

Потрапляння важких металів до організму людини протягом тривалого періоду негативно позначається на його кровотворних органах, а також посилює утворення вільних радикалів, що зумовлює окиснення ліпідів. Отруєння важкими металами спричинює підвищення рівня захворюваності та скорочує тривалість життя, призводить до високого рівня мертвородажності. Постійне надходження важких металів до організму призводить до виникнення стресового чинника, а також до прихованих змін в обміні речовин.

Отруєння кадмієм призводить до зниження імунітету, підвищує ризик захворювання сім'яних залоз і нирок, є причиною гастриту й анемії, спазму артеріол і артерій нирок. На-

слідком отруєння є підвищення артеріального тиску, що спричинює серцево-судинні захворювання [5, с. 173].

Надлишок в організмі важких металів, зокрема свинцю, кадмію і цинку, викликає цілу низку порушень на всіх рівнях організму, що призводить до виникнення та посилення різного роду захворювань людини.

Виходячи з усього цього, ми поставили за мету встановити інтенсивність зміни вмісту важких металів у зерні пшениці озимої та ячменю ярого залежно від періоду очікування, від збирання врожаю до перероблення зернової маси.

Дослідження проводили впродовж 2016–2017 рр. із зерном пшениці озимої та ячменю ярого, вирощеним на полях з інтенсивною хімізацією технологічних процесів вирощування зернових культур у господарствах Вінницької області.

Лабораторні аналізи зернових культур проводили в сертифікованій лабораторії випробувального центру Вінницької філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Визначали вміст основних важких металів — свинцю, кадмію, цинку та міді в різні періоди після збирання урожаю: після обмолоту, через 1 місяць, 3 місяці, 6 місяців після збирання культури.

Інтенсивна хімізація технологічних процесів вирощування зернових культур супроводжується внесенням високих норм мінеральних добрив та пестицидів. Ці засоби сприяють накопиченню в зерні важких металів. У процесі зберігання продукції внаслідок перебігу фізіологічних реакцій концентрація цих речовин у зерні може змінюватися.

Згідно з ГОСТом 30178-96, ГДК важких металів у зерні пшениці озимої та ячменю ярого

становить: свинцю — 0,5 мг/кг, кадмію — 0,1, цинку — 50,0, та міді — 10,0 мг/кг. Пшениця озима. На час збирання зернових в зерні пшениці озимої вміст свинцю становив 1,03 мг/кг, або 2,1 ГДК. Через 1 місяць концентрація свинцю зменшилась на 59% і становила 0,8 ГДК. Через 3 місяці після збирання пшениці озимої вміст свинцю зменшився ще на 45% і склав 0,5 ГДК; через 6 місяців концентрація свинцю в зерні порівняно з попереднім аналізом зменшилась ще на 52,2% і становила 0,2 ГДК. Загалом за 6 місяців концентрація свинцю в зерні пшениці озимої знизилась у 9,4 раза, рівномірно впродовж досліджуваних термінів у межах 1,8–2,5 раза за кожний період спостережень. Отже, між концентрацією свинцю в зерні пшениці озимої та періодом очікування спостерігається обернена пряmlinійна залежність: чим довший період очікування, тим менша концентрація свинцю в зерні. В середньому впродовж одного місяця вміст свинцю в зерні пшениці озимої зменшувався на 0,16 мг/кг (табл. 1).

Вміст кадмію в зерні пшениці озимої на час збирання становив 0,04 мг/кг, або 0,4 ГДК. Через 1 місяць концентрація кадмію зменшилась на 50% і становила 0,2 ГДК. Через 3 місяці після збирання пшениці озимої концентрація кадмію збільшилась у 4,5 раза, що складає 0,9 ГДК. Через 6 місяців після збирання пшениці озимої концентрація кадмію в зерні не змінилась. Загалом за 6 місяців концентрація кадмію в зерні пшениці озимої збільшилась у 0,4 рази. Впродовж одного місяця вміст кадмію у зерні пшениці озимої зменшився в 2 рази, проте через 3 місяці його концентрація збільшилась в 4,5 раза, а через 6 місяців порівняно з попереднім строком аналізу не змінилась.

У зерні пшениці озимої на час збирання вміст цинку становив 17,44 мг/кг, або 0,3 ГДК. Через

Таблиця 1

Динаміка зміни концентрації важких металів у зерні залежно від періоду очікування, мг/кг

| Культура      | Важкі метали | ГДК  | Період очікування від часу збору врожаю |                |                |                 |
|---------------|--------------|------|-----------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
|               |              |      | Зразу після обмолоту                    | Через 1 місяць | Через 3 місяці | Через 6 місяців |
| Пшениця озима | Pb           | 0,5  | 1,03                                    | 0,42           | 0,23           | 0,11            |
|               | Cd           | 0,1  | 0,04                                    | 0,02           | 0,09           | 0,09            |
|               | Zn           | 50,0 | 17,44                                   | 12,80          | 21,40          | 23,31           |
|               | Cu           | 10,0 | 2,65                                    | 2,04           | 3,93           | 4,83            |
| Ячмінь ярий   | Pb           | 0,5  | 1,05                                    | 0,28           | 0,25           | 0,24            |
|               | Cd           | 0,1  | 0,08                                    | 0,05           | 0,10           | 0,03            |
|               | Zn           | 50,0 | 13,65                                   | 13,40          | 23,7           | 25,28           |
|               | Cu           | 10,0 | 2,34                                    | 2,44           | 4,20           | 6,10            |

1 місяць концентрація цинку зменшилась на 26% і становила 0,2 ГДК. Через 3 місяці після збирання концентрація цинку збільшилась в 1,6 раза, що складає 0,4 ГДК. Через 6 місяців концентрація цинку в зерні порівняно з попереднім аналізом збільшилась на 8,9% і становила 0,5 ГДК. Загалом за 6 місяців концентрація цинку в зерні пшениці озимої збільшилась у 1,3 раза. Впродовж одного місяця вміст цинку в зерні пшениці озимої зменшився в 1,4 раза, проте через 3 місяці концентрація його збільшилась в 1,7 раза, через 6 місяців — ще в 1,1 раза.

Вміст міді в зерні пшениці озимої на час збирання становив 2,65 мг/кг, або 0,3 ГДК. Через 1 місяць концентрація міді зменшилась на 23% і становила 0,2 ГДК. Через 3 місяці концентрація міді збільшилась в 1,9 раза, що складає 0,4 ГДК. Через 6 місяців концентрація міді в зерні порівняно з попереднім аналізом збільшилась на 22,9% і склала 0,5 ГДК. Загалом за 6 місяців концентрація міді в зерні пшениці озимої збільшилась в 1,8 раза. Впродовж одного місяця вміст міді в зерні пшениці озимої зменшився в 1,2 раза, проте через 3 місяці концентрація її збільшилась в 1,9 раза, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом — ще в 1,2 раза. Ячмінь ярий. На час збирання в зерні ячменю ярого вміст свинцю становив 1,05 мг/кг, або 2,1 ГДК. Через 1 місяць концентрація його зменшилась на 73% й становила 0,6 ГДК. Через 3 місяці вміст свинцю зменшився ще на 10% і склав 0,5 ГДК, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом зменшився ще на 4%. Загалом за 6 місяців концентрація свинцю в зерні ячменю ярого знизилась у 4,4 раза, рівномірно впродовж досліджуваних термінів у межах 1,8–2,5 раза за кожний період спостережень. Отже, між концентрацією свинцю в зерні ячменю ярого та періодом очікування спостерігається обернена залежність: чим довший період очікування, тим менша концентрація свинцю в зерні. В середньому впродовж одного місяця вміст свинцю в зерні ячменю ярого зменшувався на 0,14 мг/кг.

У зерні ячменю ярого на час збирання вміст кадмію становив 0,08 мг/кг, або 0,8 ГДК. Через 1 місяць концентрація його зменшилась на 37% і становила 0,5 ГДК. Через 3 місяці після збирання концентрація кадмію збільшилась у 2 рази, що складає 1,0 ГДК, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом зменшилась на 70% і становила 0,3 ГДК. Загалом за 6 місяців концентрація кадмію в зерні ячменю ярого зменшилась у 2,7 раза. Впродовж одного місяця вміст кадмію зменшився на 0,07 мг/кг, проте через 3 місяці концентрація його збільшилась у 2 раза, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом зменшилась на 30% і становила 0,3 ГДК.

Вміст цинку в зерні ячменю ярого на час збирання становив 13,65 мг/кг, або 0,3 ГДК. Через 1 місяць концентрація цинку зменшилась на 2%. Через 3 місяці концентрація його збільшилась в 10,3 раза, що становить 0,5 ГДК. Через 6 місяців концентрація цинку в зерні порівняно з попереднім аналізом збільшилась на 6,6%. Загалом за 6 місяців концентрація цинку в зерні ячменю ярого збільшилась в 1,8 раза. Впродовж одного місяця вміст цинку в зерні ячменю ярого зменшився в 1,07 раза, проте через 3 місяці концентрація його збільшилась у 1,8 раза, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом збільшилась ще в 1,1 раза.

У зерні ячменю ярого на час збирання вміст міді становив 2,34 мг/кг, або 0,2 ГДК. Через 1 місяць концентрація міді збільшилась на 4,3%. Через 3 місяці вона збільшилась в 1,7 раза, що становить 0,4 ГДК, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом збільшилась ще на 45,2% і склала 0,6 ГДК. Загалом за 6 місяців концентрація міді в зерні ячменю ярого збільшилась в 2,6 раза. Впродовж одного місяця вміст міді в зерні ячменю ярого збільшився в 1,04 раза, через 3 місяці ще в 1,7 раза, а через 6 місяців порівняно з попереднім аналізом збільшилась ще а 1,5 раза.

## ВИСНОВКИ

Проведеними дослідженнями встановлено:

- інтенсивність зниження концентрації свинцю в зерні пшениці озимої та ячменю ярого має обернену залежність: чим довший період очікування, тим менший вміст свинцю в зерні. Загалом за 6 місяців концентрація свинцю зменшується в зерні пшениці озимої в 9,4 раза, а ячменю ярого — в 4,4 раза;
- концентрація кадмію, міді й цинку знижується впродовж одного місяця після збирання урожаю, відповідно в 2, 1,4 та 1,2 раза в зерні пшениці озимої та в 1,6 і 1,1 раза в зерні ячменю ярого з наступним підвищенням відповідно в 4,5, 1,8 та 3 рази в зерні пшениці озимої. У зерні ячменю ярого концентрація кадмію через 3 місяці після збирання врожаю зросла в 2 рази, а через 6 місяців зменшилась у 3,3 раза; концентрація цинку зросла в 1,9 раза, а міді — в 2,5 раза.

У наступних дослідженнях вивчатиметься подальша динаміка вмісту важких металів у зерні зі збільшенням часу очікування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сільськогосподарська екологія: навч. посібник / За заг. ред. В.О. Головка, А.З. Злотіна, В.Л. Мешкової. — Харків: Еспада, 2009. — 624 с.
2. *Перепелица А.П.* Дефекат сахарного производства: направления переработки /

- А.П. Перепелица, В.Н. Ищенко, А.И. Самчук // Сахар. — 2013. — № 10. — С. 2–3.
3. Жеребна Л.О. Вплив важких металів, що містяться в мінеральних добривах, на якість рослинницької продукції / Л.О. Жеребна // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2001. — Вип. 61. — С. 193–197.
4. Балюк С.А. Рекомендації щодо запобігання забрудненню важкими металами ґрунтів та рослинної продукції в умовах зрошуваного землеробства / С.А. Балюк, В.Я. Ладних, А.І. Фадеев, М.А. Захарова, Л.І. Мошник // Аграрна наука — виробництву. — К., 2000. — С. 5
5. Prankel S.H. Meta-analysis of feeding trials in vest gating cadmium accumulation in the livers and kidneys of sheep / S.H. Prankel, R.M. Nixon, C.J. Phillips // Environmental Research. — 2004. — Vol. 94. — № 2. — P. 171–183.

УДК 637.06 : 637.54.65

## ВПЛИВ КРЕМНІЄВО-МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДНОЇ ВИТЯЖКИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ М'ЯСА ПТИЦІ

**С.Ф. Разанов**

*доктор сільськогосподарських наук, професор  
завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища*

**О.С. Кабаченко**

*аспірант*

**Вінницький національний аграрний університет**

*Досліджено вплив кремнієво-мінеральної водної витяжки на інтенсивність накопичення свинцю та кадмію в білому, червоному м'ясі й печінці молодняку курей породи Редбро.*

**Ключові слова:** важкі метали, свинець, кадмій, м'ясо біле, м'ясо червоне, кури, забруднення.

.....

Останнім часом кількість шкідливих речовин у ґрунті стрімко зростає. Серед найшкідливіших хімічних речовин, що забруднюють ґрунти, є важкі метали. За масштабами прояву забруднення ґрунтів важкими металами посідає друге місце, після радіоактивного забруднення. Істотна частина забруднених важкими металами земель знаходиться в сільськогосподарському використанні. Такі сільськогосподарські землі стають джерелами забруднення продовольчої сировини [4].

Забруднення продовольчої сировини важкими металами знижує якість та безпеку вироблених продуктів харчування. Споживання населенням такої продукції підвищує ризик його до різних захворювань [1].

Свинець є небезпечною нейротоксичною речовиною, яка впливає на центральну та периферійну нервову систему й спричиняє захворювання свинцева енцефалопатія та свинцева нефропатія. Дослідники висловлюють все більшу тривогу з приводу збільшення забруднення свинцем довкілля в економічно розвинутих країнах та його негативної дії на здоров'я населення. В наш час практично всі харчові продукти,

вода та інші об'єкти природного середовища забруднені свинцем. Особливість дії свинцю на живий організм полягає в його здатності утворювати колоїдні розчини в крові та шлунковому соку. Свинець та його сполуки потрапляють до організму людини залишаються в ньому на 75–80%-й. Прийняття алкоголю, деяких лікарських препаратів, інфекційні захворювання призводять до вимивання його з «депо», і свинець знов утворює колоїдні розчини, тобто, не контактуючи зі свинцем, організм людини самоутворюється.

При вживанні 600–700 мкг свинцю в людини можуть з'являтися скарги, властиві свинцевому астеновегетативному синдрому (цефалгія, ішіалгія, гінгівіт, зниження зорової адаптації та ін.). Рухові шляхи периферійної нервової системи — основна мішень токсичної дії свинцю. Свинець виявляють у крові, в печінці, селезінці, підшлунковій залозі, нирках, легенях, кістках людини. Він є причиною низки патологічних зрушень в організмі людини, зокрема синтезу гемоглобіну (гальмування процесу дозрівання гемоглобіну з подальшим порушенням гема), порушення функцій нирок, печінки, яка є одним