

## КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ФІТОМАСІ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

Пацева І.Г., Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л.  
Державний університет «Житомирська Політехніка»

вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир

rig@ztu.edu.ua, ek\_glo@ztu.edu.ua, ke\_vra@ztu.edu.ua, kpn\_vti@ztu.edu.ua, kgt\_iol@ztu.edu.ua

Україна має дуже комфортні умови для розвитку сільського господарства та зерновиробництва, адже саме зерновий сектор є основним для агропромислового комплексу, а також істотно впливає на добробут як сільського так і міського населення та розвиток сільських територій. Зерновий сектор є одним з найважливіших у складі АПК, а продукти переробки даної галузі мають стратегічне значення для всієї країни. Зернова продукція займає головне місце у харчуванні населення, саме тому до неї застосовують високі вимоги щодо якості [1, с. 93–101].

Вчені стверджують, що антропогенні чинники призводять до певних порушень обміну речовин живих організмів, які можуть викликати надлишкові накопичення токсикантів в зерновій продукції, знижувати біохімічні показники якості зерна, та знижувати врожайність сільськогосподарських культур [2, с. 730].

Основними забруднювачами ґрунтів небезпечними токсинами є металургійна, гірничовидобувна, нафтохімічна, хімічна промисловість, ТЕС, АЕС, автотранспорт, використання у сільському господарстві пестицидів, інсектицидів, добрив, все це викликає накопичення у зеленій масі та зерні важких металів, нітратів та пестицидів.

Результати лабораторних досліджень фітомаси та зерна злакових культур вказують, що досліджуванні зразки не мають перевищення ГДК по вмісту важких металів. Дослідження свідчать, що у фітомасі пшениці озимої вміст Zn була нижче за ГДК у 1,58 раз, а у фітомасі пшениці ярої показники були нижчі за ГДК у 1,18 раз відповідно. У фітомасі ячменю ярого та озимого концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,21 та 1,36 раз, відповідно.

Дослідження вмісту Cu показало, що в жодному з досліджуваних зразках перевищення ГДК не спостерігалось. У зразках пшениці озимої та ярої концентрація Cu була нижчою у 2 та 1,47 рази відносно ГДК, тоді як ячмінь – у 1,8 та 1,25 рази, відповідно.

Результати лабораторних досліджень свідчать про певну тенденцію підвищення коефіцієнту накопичення металів Zn та Cu у фітомасі ярих культур. Так, у фітомасі пшениці ярої Кнак по Zn був вищий у 1,48 раз, відносно пшениці озимої, а ячмінь ярий – у 0,83 рази, відповідно. Що ж стосується Cu, то тут також показники озимих культур мають нижчу концентрацію важких металів, відносно ярих. У фітомасі пшениці ярої Кнак по Cu – вищий у 1,21 рази, а ячменю – у 1,61 раз, відповідно.  
*Ключові слова:* система удобрення, мідь, цинк, важкі метали, екологічна безпека, мінеральні добрива, продуктивність, врожайність, екологія.

### Concentration of heavy metals in the phytomass of cereal crops. Patseva I., Herasymchuk L., Valerko R., Sikach T., Ivashkina O.

Ukraine has a very comfortable environment for the development of agriculture and grain production, as the grain sector is the mainstay of the agro-industrial complex and has a significant impact on the welfare of both rural and urban populations and the development of rural areas. The grain sector is one of the most important in the agro-industrial complex, and its processed products are of strategic importance for the entire country. Grain products play a major role in the nutrition of the population, which is why they are subject to high quality requirements [1, p. 93–101].

Scientists argue that anthropogenic factors lead to certain metabolic disorders in living organisms that can cause excessive accumulation of toxicants in grain products, reduce biochemical indicators of grain quality, and reduce crop yields [2, p. 730].

The main polluters of soil with dangerous toxins are the metallurgical, mining, petrochemical, chemical industries, thermal power plants, nuclear power plants, motor vehicles, and the use of pesticides, insecticides, and fertilizers in agriculture, all of which cause the accumulation of heavy metals, nitrates, and pesticides in green mass and grain.

The results of laboratory tests of cereal crops phytomass and grain indicate that the samples under study do not exceed the MPC for heavy metals. Studies show that in the phytomass of winter wheat, the content of Zn was 1.58 times lower than the MAC, and in the phytomass of spring wheat, the indicators were 1.18 times lower than the MAC, respectively. In the phytomass of spring and winter barley, the concentration of Zn was 1.21 and 1.36 times lower than the MPC, respectively.

The study of Cu content showed that none of the samples tested exceeded the MAC. In the samples of winter and spring wheat, the Cu concentration was 2 and 1.47 times lower than the MAC, while in barley it was 1.8 and 1.25 times lower, respectively.

The results of laboratory studies indicate a certain tendency to increase the coefficient of accumulation of Zn and Cu metals in the phytomass of spring crops. Thus, in the phytomass of spring wheat, the Zn Knack was 1.48 times higher than in winter wheat, and spring barley – 0.83 times higher, respectively. As for Cu, winter crops also have a lower concentration of heavy metals than spring crops. In the phytomass of spring wheat, the Cu content of Knack is 1.21 times higher, and that of barley is 1.61 times higher, respectively. *Key words:* fertilizer system, copper, zinc, heavy metals, environmental safety, mineral fertilizers, productivity, yield, ecology.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Основною галуззю сільського господарства України є вирощування зернових культур, адже зерно є основною ланкою продовольчої без-

пеки усіх країн. Родючі українські ґрунти та природно-кліматичні умови допомагають аграріям вирощувати зернові культури та отримувати високі врожаї та високоякісну продукцію для забезпечення потреб

країни, а також формування експортного потенціалу. Зернова продукція займає головне місце у харчуванні населення, саме тому до неї застосовують високі вимоги щодо якості [1, с. 93–101; 3, с. 442].

Вчені стверджують, що антропогенні чинники призводять до певних порушень обміну речовин живих організмів, які можуть викликати надлишкові накопичення токсикантів в зерновій продукції, знижувати біохімічні показники якості зерна, та знижувати врожайність сільськогосподарських культур [4, р. 3–9].

Основними забруднювачами ґрунтів небезпечними токсинами є металургійна, гірничодобувна, нафтохімічна, хімічна промисловість, ТЕС, АЕС, автотранспорт, використання у сільському господарстві пестицидів, інсектицидів, добрив, все це викликає накопичення у зеленій масі та зерні важких металів, нітратів та пестицидів [5, с. 15–28; 6 с. 123].

На даний час дуже важливою для більшості країн світу, і нашої в тому ж числі, є забруднення сільськогосподарської продукції токсичними речовинами внаслідок внесення надзвичайно великої кількості мінеральних добрив та пестицидів [7 с. 57–62; 11, с. 156–159]. Особливо небезпечними металами, які забруднюють ґрунти, продукти харчування та корми є Zn, Cu, Pb, Mn, Ni, Hg, Cr та Cd. Важкі метали проникають в колообіг та накопичуються в фітомасі та зерні, а кінцевим результатом є їх концентрація в організмі людини та тварин, що викликає виникнення різноманітних захворювань [8, с. 262–266; 9, с. 66–72; 10 с. 348–352].

**Методика досліджень.** Наукові дослідження проводились на полях ТОВ «Кароля» Бердичівського району, Житомирської області, у 2021–2023 рр. Площа облікової ділянки – 160 м<sup>2</sup> (8 м х 20 м). Повторення експерименту – шестиразове, в один ярус, розташування ділянок – систематичне.

При проведенні дослідження ґрунту було визначено вміст в орному шарі: лужногідролізованого

азоту – 6,32 мг/100 г, обмінного калію – 5,86 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 15,67 мг/100 г ґрунту, рН – 7,05. Досліджувались культури: пшениця озима, пшениця яра, ячмінь озимий, ячмінь ярий.

При проведенні моніторингу забруднення важкими металами матеріалу дослідження використовували загальноприйняті методи.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Результати лабораторних досліджень фітомаси злакових культур вказують, що досліджуванні зразки не мають перевищення ГДК по вмісту важких металів.

Результати лабораторних досліджень свідчать, що у фітомасі пшениці озимої вміст Zn була нижче за ГДК у 1,58 раз, а у фітомасі пшениці ярої показники були нижчі за ГДК у 1,18 раз відповідно.

У фітомасі ячменю ярого та озимого концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,21 та 1,36 раз, відповідно.

Дослідження вмісту Cu показало, що в жодному з досліджуваних зразках перевищення ГДК не спостерігалось. У зразках пшениці озимої та ярої концентрація Cu була нижчою у 2 та 1,47 рази відносно ГДК, тоді як ячмінь – у 1,8 та 1,25 рази, відповідно.

Дослідження вказує на певну різницю концентрації Zn та Cu у фітомасі озимих культур, порівнюючи з ярими. Концентрація Zn та Cu в озимій пшениці була нижчою у 1,3 і 1,4 рази відповідно, порівнюючи з показниками пшениці ярої.

Результати лабораторних досліджень свідчать про певну тенденцію підвищення коефіцієнту накопичення металів Zn та Cu у фітомасі ярих культур (табл. 1).

Так, у фітомасі пшениці ярої  $K_{\text{нак}}$  по Zn був вищий у 1,48 раз, відносно пшениці озимої, а ячмінь ярий – у 0,83 рази, відповідно. Що ж стосується Cu, то тут також показники озимих культур мають нижчу концентрацію важких металів, відносно ярих. У фітомасі пшениці ярої  $K_{\text{нак}}$  по Cu – вищий у 1,21 рази, а ячменю – у 1,61 раз, відповідно.

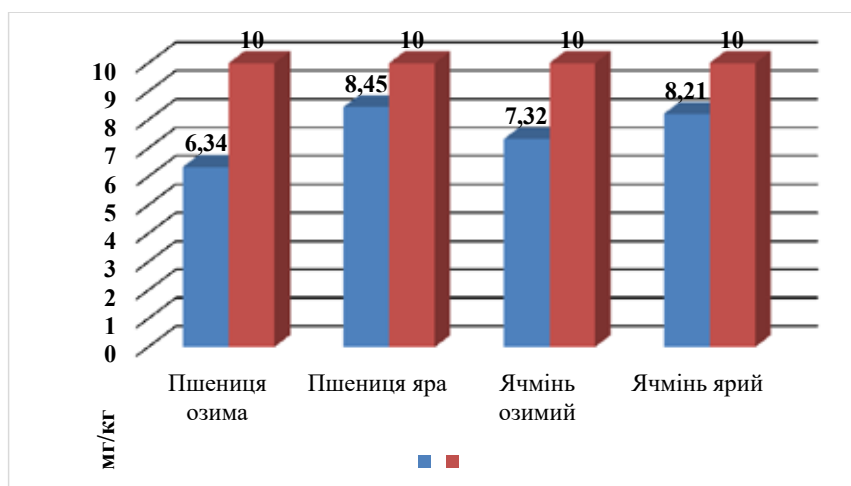


Рис. 1. Концентрація Zn у фітомасі злакових культур

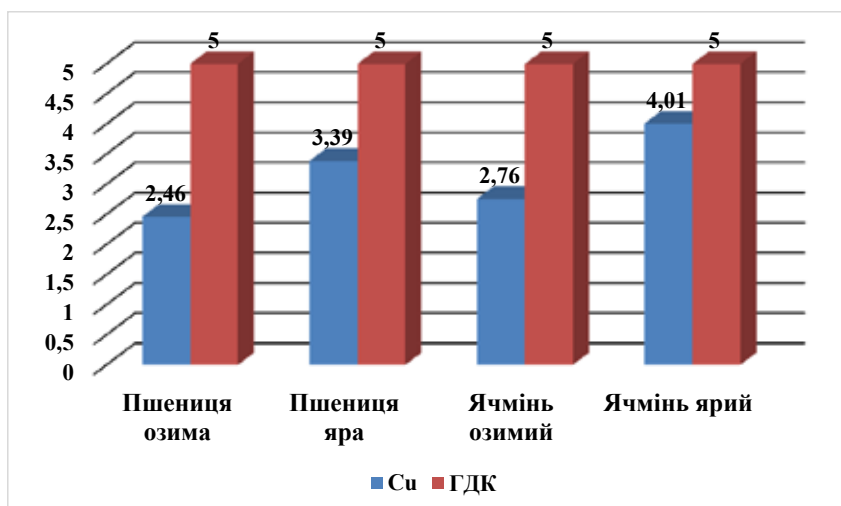


Рис. 2. Концентрація Сi у фітомасі злакових культур

Таблиця 1

## Коефіцієнт накопичення важких металів у вегетативній масі злакових культур

Злакові культури	Важкі метали					
	Zn			Cu		
	Концентрація у ґрунті мг/кг	Концентрація у фітомасі мг/кг	$K_{\text{нак}}$	Концентрація у ґрунті мг/кг	Концентрація у фітомасі мг/кг	$K_{\text{нак}}$
Пшениця озима	0,87	6,34	7,5	0,21	2,46	11,7
Пшениця яра	0,76	8,45	11,1	0,24	3,39	14,1
Ячмінь озимий	0,91	7,32	8,01	0,21	2,76	13,1
Ячмінь ярий	0,83	8,21	9,9	0,19	4,01	21,1

Результати досліджень свідчать, що озимі злакові культури мають нижчий коефіцієнт накопичення важких металів у фітомасі рослин.

**Висновок.** Аналіз інтенсивності забруднення ґрунтів полів ТОВ «Кароля» Бердичівського району, Житомирської області важкими металами показав, що концентрація цинку та міді не перевищувала ГДК.

Результати досліджень концентрації важких металів у фітомасі пшениці озимої та ярої, ячменю

озимого та ярого не перевищувала ГДК. Також, концентрація цинку і міді у фітомасі ярої пшениці була вища у 1,3 та 1,4 раза порівняно з озимою пшеницею. Концентрація цинку і міді у фітомасі ярого ячменю була нижча у 0,83 та 1,61 рази відповідно порівнюючи з озимим.

Досліджено також, що у фітомасі ярих культур коефіцієнт накопичення у Zn та Cu був вищим порівняно з озимими.

## Література

- Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 93–101.
- Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. *Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур*. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.
- Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. *Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції*. Вінниця: ВНАУ, 2020. 442 с.
- Окрушко С.С. Оцінка впливу гербіцидів та стимулятора росту на забур'яненість та урожайність кукурудзи. *Annali d'Italia. Italy* : Florence, 2020. № 8. Vol. 2. P. 3–9.
- Паламарчук В.Д., Підлубний В. Ф., Кричковський В. Ю., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 15–28.
- Бенцаровський Д. М., Дацько Л. В. Зміна родючості ґрунтів України під впливом сільськогосподарського використання. *Охорона родючості ґрунтів*. 2004. Вип. 1. 123 с.
- Гарбар Л. А., Юник А. В., Горбатюк Е. М. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності ріпаку ярого. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів природокористування України. Сер.: Агрономія*. 2012, Вип. 176. 57–62 с.
- Валерко Р.А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екотоксичної оцінки. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів»*. Харків, 2013. № 2. 262–266 с.

9. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 3. С. 66–72.
10. Романчук Л.Д., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у зерні амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 134. С. 348–352.
11. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51) С. 156–159.
12. Вишнівський П.С., Кравчук Т.В. Вміст важких металів у фітомасі амаранту при вирощуванні в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Херсонський державний аграрно-економічний університет*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 128. С. 52–57.