

УДК 631.41.634.17.54

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.63>

КОНЦЕНТРАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ФІТОМАСІ КУКУРУДЗИ

Пацева І.Г. – д.т.н.,

професор кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Герасимчук Л.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Валерко Р.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Сікач Т.І. – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Івашкіна О.Л. – асистент кафедри екології та природоохоронних технологій,

Державний університет «Житомирська політехніка»

Результати багаторічних досліджень свідчать, що екологічний стан природних та сільськогосподарських угідь щороку погіршується, в тому числі і в результаті забруднення їх токсикантами. Доведено, що щороку до навколишнього природного середовища надходить близько 6 млн. т шкідливих речовин, до складу яких входять важкі метали, обсяг яких у компонентах екосистем стрімко зростає. Важкі метали, які потрапляють в ґрунти природних та сільськогосподарських угідь, потрапляють до малого колообігу речовин, що підвищує ризик потрапляння їх у фітомасу та зерно.

Основними об'єктами забруднення від використання автотранспорту є повітря, ґрунти, вода та рослинність, особливо навколо автомагістралей, де осідає понад 20 % газоподібних викидів [6, с. 15-28; 7, с. 262-266]. Переважно більша частина викидів від автомобільного транспорту накопичується на поверхні ґрунту, після того у вигляді рухомих форм переходить у трофічні ланцюги, накопичуючись у зеленій масі рослин [8, с. 52-57].

Серед більшості токсикантів, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок техногенної та промислової діяльності населення за кількістю надходження та токсичністю виділяють важкі метали, рухомі форми котрих знаходяться у постійному колообігу.

Результати лабораторних досліджень фітомаси різних сортів кукурудзи вказують, що досліджуванні зразки не мали перевищення ГДК по концентрації важких металів.

Аналіз концентрації забруднення ґрунтів полів ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області у 2020-2022 рр. важкими металами свідчить, що концентрація Zn та Cu не перевищувала ГДК.

Результати досліджень свідчать, що у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (cv Adeway) концентрація Zn була нижче за ГДК у 1,87 раз, тоді як показники сорту Растлер (cv Rustler) були нижчі за ГДК у 1,42 рази, відповідно. У сортах Монканто (cv Monsanto) та ДН Славиця (cv DN Slavitsa) концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,76 та 1,45 раз, відповідно.

Результати досліджень вказують що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (cv Adeway) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Досліджено також, що сорт Адевей (cv Adeway) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

Ключові слова: система удобрення, мідь, цинк, важкі метали, екологічна безпека, мінеральні добрива, продуктивність, врожайність, екологія.

Patseva I.H., Herasymchuk L.O., Valerko R.A., Sikach T.I., Ivashkina O.L. Concentration of heavy metals in corn phytomass

The results of long-term studies show that the ecological condition of natural and agricultural lands is deteriorating every year, including as a result of toxicant pollution. It has been proven that about 6 million tons of harmful substances, including heavy metals, enter the environment annually, and their amount in ecosystem components is growing rapidly. Heavy metals entering the soils of natural and agricultural lands are part of a small cycle of substances, which increases the risk of their ingress into phytomass and grain.

The main objects of pollution from the use of motor vehicles are air, soil, water and vegetation, especially around highways, where more than 20% of gaseous emissions are deposited [6, p. 15-28; 7, p. 262-266]. Most of the emissions from motor vehicles accumulate on the soil surface, and then, in the form of mobile forms, they enter trophic chains, accumulating in the green mass of plants [8, c. 52-57].

Among the majority of toxicants released into the environment as a result of human and industrial activity, heavy metals are the most common in terms of the amount of their release and toxicity, with mobile forms in constant circulation.

The results of laboratory studies of the phytomass of different varieties of corn indicate that the samples did not exceed the MAC for heavy metals.

An analysis of the concentration of heavy metal contamination in the soils of Ukr-Agro RT LLC's fields in Berdychiv district, Zhytomyr region, in 2020-2022 shows that the concentration of Zn and Cu did not exceed the MPC.

The results of the research show that in the phytomass of corn variety Adeway (cv Adeway) the Zn concentration was 1.87 times lower than the MPC, while the indicators of the variety Rustler (cv Rustler) were 1.42 times lower than the MPC, respectively. In the varieties Moncanto (cv Moncanto) and DN Slavitsa (cv DN Slavitsa), the concentration of Zn was 1.76 and 1.45 times lower than the MPC, respectively.

The results of the study indicate that the lowest values of Zn and Cu relative to the MPC were observed in the phytomass of maize variety Adeway (cv Adeway) – 1.87 and 2.57 times, respectively.

It was also found that the variety Adeway (cv Adeway) has the lowest coefficient of accumulation of Zn and Cu in phytomass.

Key words: *fertilizer system, copper, zinc, heavy metals, environmental safety, mineral fertilizers, productivity, yield, ecology.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Техногенна та промислова діяльність населення, що зростає щороку, призводить до збільшення надходжень у навколишнє середовище різних шкідливих та токсичних речовин, зокрема, важких металів, які знаходяться в обмінній формі та мають здатність переміщуватись по трофічних ланцюгах із ґрунту у рослинну продукцію, знижуючи безпеку та якість продовольчої сировини [1, с. 1-3].

Найпотужнішими джерелами забруднення довкілля важкими металами в основному є комплекси: металургійний, гірничодобувний, хімічний, машинобудівний, транспортний та агропромисловий [2, с. 93-101]. Дослідження вчених доводять, що рудникові відпрацьовані стоки та води містять цілу низку забруднювачів, серед яких найбільшу небезпеку несуть важкі метали. Надзвичайно велика кількість важких металів у довкілля надходить від хімічного виробництва, зокрема, зі стічними водами, в яких містяться сполуки цинку, кадмію та свинцю. Також небезпечними джерелами забруднення довкілля на сьогодні є автотранспорт, промислові відходи та сільськогосподарське виробництво [3, с. 442; 4, с. 189-191]. У сільському господарстві, а особливо у рослинництві, найбільшим джерелом надходження важких металів у довкілля є мінеральні добрива [5, с. 53-56].

Основними об'єктами забруднення від використання автотранспорту є повітря, ґрунти, вода та рослинність, особливо навколо автомагістралей, де осідає понад 20 % газоподібних викидів [6, с. 15-28; 7, с. 262-266]. Переважно більша частина викидів від автомобільного транспорту накопичується на поверхні ґрунту, після того у вигляді рухомих форм переходить у трофічні ланцюги, накопичуючись у зеленій масі рослин [8, с. 52-57].

Серед більшості токсикантів, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок техногенної та промислової діяльності населення за кількістю надходження та токсичністю виділяють важкі метали, рухомі форми котрих знаходяться у постійному колообігу [9, с. 156-159].

Важкі метали мають густину понад 5 г/см^3 та атомну масу 40. До числа важких металів включають і мікроелементи, зокрема цинк та купрум, які у високих концентраціях є надзвичайно токсичними. Найбільша увага зосереджена на вивченні колообігу Zn, Cu, Pb та Cd у об'єктах навколишнього природного середовища.

Коефіцієнт біотрансформації Cu, Pb, Cd, та Zn становить відповідно 0,9 %, 3,1 %, 14,1 % та 15,8 %. Отже найбільший рівень переходу з кормової сировини до організму тварин спостерігається по кадмію та цинку. Забруднення навколишнього середовища важкими металами має певний негативний вплив і на рослини, зокрема досліджено, що при дії великих доз свинцю спостерігається значне зниження вмісту магнію у фітомасі та зерні рослин [8, с. 52-57]. За високих концентрацій Cd встановлено підвищення Cu у корінні рослин, а саме у фазі кушення, та його помітне зниження в зерні, що також призводить до зниження врожайності даних культур [10, с. 66-72].

Методика досліджень. Наукові дослідження проводились на полях ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області, у 2020–2022 рр.. Площа облікової ділянки – 280 м^2 (14 м x 20 м). Повторення дослідження – шестиразове, ярус – один, розташування ділянок – систематичне.

При проведенні дослідження ґрунту було визначено вміст в орному шарі: рН – 6,94, обмінного калію – $5,74 \text{ мг/100 г}$ ґрунту, лужногідролізованого азоту – $6,28 \text{ мг/100 г}$, рухомого фосфору – $16,31 \text{ мг/100 г}$ ґрунту. Досліджувалась культура: кукурудза сорт Адевей (*cv Adeway*), сорт Монканто (*cv Moncanto*), сорт ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*), сорт Раствлер (*cv Rustler*).

При проведенні дослідження забруднення важкими металами фітомаси кукурудзи використовували загальноприйняті методи.

Результати досліджень та їх обговорення. Результати лабораторних досліджень фітомаси різних сортів кукурудзи вказують, що досліджуванні зразки не мали перевищення ГДК по концентрації важких металів.

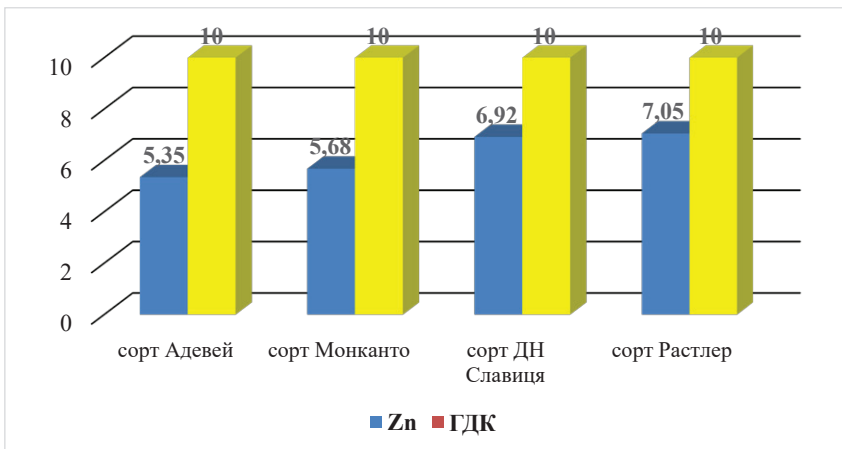


Рис. 1. Концентрація Zn у фітомасі сортів кукурудзи

Результати досліджень свідчать, що у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) концентрація Zn була нижче за ГДК у 1,87 раз, , тоді як показники сорту Раствлер (*cv Rustler*) були нижчі за ГДК у 1,42 рази, відповідно. У сортах Монканто (*cv Moncanto*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) концентрація Zn була нижча за ГДК у 1,76 та 1,45 раз, відповідно.

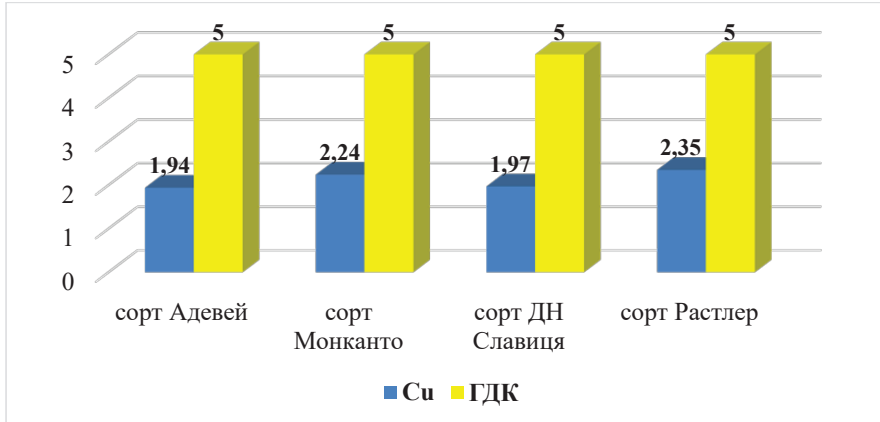


Рис. 2. Концентрація Cu у фітомасі сортів кукурудзи

Дослідження вмісту Cu свідчить, що жодний з досліджуваних зразків не мало перевищення ГДК. У зразках кукурудзи сортів Адевей (*cv Adeway*) та ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) концентрація Cu була нижчою у 2,57 та 2,53 рази відносно ГДК, тоді як у сортах Раствлер (*cv Rustler*) та Монканто (*cv Moncanto*) концентрація Cu була дещо вищою, проте показники ГДК не перевищувала.

Дослідження вказує що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Таблиця 1

Коефіцієнт накопичення важких металів у фітомасі сортів кукурудзи

| Сорти кукурудзи | 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 | $K_{\text{нак}}$ |
| сорт Адевей (<i>cv Adeway</i>) | 1,23 | 5,35 | 4,3 | 0,38 | 1,94 | 5,1 |
| сорт ДН Славиця (<i>cv DN Slavitsa</i>) | 0,98 | 6,92 | 7,1 | 0,34 | 1,97 | 5,8 |
| сорт Раствлер (<i>cv Rustler</i>) | 1,34 | 7,05 | 5,3 | 0,29 | 2,35 | 8,1 |
| сорт Монканто (<i>cv Moncanto</i>) | 1,15 | 5,68 | 4,9 | 0,31 | 2,24 | 7,2 |

Результати досліджень свідчать про незначне підвищення коефіцієнту накопичення металів Zn у фітомасі кукурудзи сортів ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) та Раствлер (*cv Rustler*), тоді як підвищення коефіцієнту накопичення металів Cu відмічалось у фітомасі кукурудзи сортів Раствлер (*cv Rustler*) та Монканто (*cv Montanto*) (табл. 1).

Так, у фітомасі сорту ДН Славиця (*cv DN Slavitsa*) $K_{\text{нак}}$ по Zn був вищий у 1,65 раз, відносно сорту Адевей (*cv Adeway*), а сорт Раствлер (*cv Rustler*) – у 1,23 рази, відповідно. Що ж стосується Cu, то тут найбільший показник $K_{\text{нак}}$ відмічався у сорті Раствлер (*cv Rustler*) – 8,1, що у 1,59 раз більше відносно сорту Адевей (*cv Adeway*).

Результати досліджень свідчать, що сорт Адевей (*cv Adeway*) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

Висновок. Аналіз концентрації забруднення ґрунтів полів ТОВ «Укр-Агро РТ» Бердичівського району, Житомирської області у 2020–2022 рр. важкими металами свідчить, що концентрація Zn та Cu не перевищувала ГДК.

Результати досліджень вказують що найнижчі показники Zn та Cu відносно ГДК спостерігались у фітомасі кукурудзи сорту Адевей (*cv Adeway*) – у 1,87 та 2,57 рази, відповідно.

Досліджено також, що сорт Адевей (*cv Adeway*) має найнижчий коефіцієнт накопичення Zn та Cu у фітомасі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білик Т.І., Штика О.С., Падалка А.О. Екотоксикологічна оцінка забруднення на свинець ґрунту та рослинності біля автозаправних станцій. *Наукоємні технології*. 2009. № 3. С. 1–3.
2. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Копитчук Ю.М. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 93–101.
3. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції. Вінниця: ВНАУ, 2020. 442 с.
4. Особливості акумуляції важких металів в рослинах *Trifolium pratense* L. / Г. М. Денчиля-Сакаль, В. І. Ніколайчук, А. В. Колесник та ін. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. Ужгород, 2012. Вип. 33. С. 189–191.
5. Пилипець А.З., Сачко Р.Г., Лесик Я.В., Грабовська О.С. Вміст важких металів у біологічній системі доквілля-корми-тварина. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2012. № 2–3. С. 53–56.
6. 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.
7. 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. С. 262–266.
8. 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.
9. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51) С. 156–159.
10. Пацева І. Г., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 3 С. 66–72.