

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ Zn РОЗТОРОПШЕЮ ПЛЯМИСТОЮ (*SILYBUM MARIANUM*) ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

О.П. Ткачук, А.М. Разанова

*Вінницький національний аграрний університет*

*Досліджено інтенсивність накопичення цинку листовою масою і насінням розторопші плямистої за підживлення мінеральними добривами. Встановлено коефіцієнт накопичення і коефіцієнт небезпеки цинку у листовій масі та насінні розторопші плямистої за підживлення її аміачною селітрою, калієм хлористим та суперфосфатом простим. Доведено, що найменше цинку накопичується насінням розторопші плямистої за застосування суміші аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого, а листовою масою — калію хлористого. Найвищий рівень накопичення цинку листовою масою і насінням розторопші плямистої спостерігався за удобрення посівів аміачною селітрою.*

**Ключові слова:** цинк, накопичення, розторопша плямиста, листя, насіння, оцінка.

Останнім часом в Україні значної популярності набувають рослини розторопші плямистої (*Silybum marianum*). Окрім доведених лікувальних властивостей цієї рослини для профілактики хвороб людини, зростає її застосування й у інших сферах. Розторопшу плямисту використовують як овочеву рослину, оскільки її молоде листя має харчову цінність. Також її вирощують як цінний літній медонос, здатний забезпечити медопродуктивність на рівні 50–70 кг меду з 1 га [1, 2].

Практикується використання розторопші плямистої як нетрадиційної кормової культури. У Донецькому ботанічному саду НАН України створено селекційну форму розторопші плямистої, що відрізняється значною вегетативною масою та високою продуктивністю наземної маси (31,7 ц/га у перерахунку на повітряно-суху сировину), а також хорошою кормовою цінністю під час вегетації [3].

Дедалі частіше з'являються повідомлення про введення розторопші плямистої у сівозміну [4]. Проте за браком знань технології її вирощування застосовують, як для ярих ранніх культур широкорядного способу сівби, що адаптовані для регіо-

нальних умов [5, 6]. Розторопша плямиста не є вибагливою до ґрунтів, проте за інтенсивного удобрення істотно збільшує свою вегетативну масу. Таким проявом часто зловживають агрономи — завдяки надлишковому використанню мінеральних добрив досягають формування потужної вегетативної маси рослини [7].

Застосування мінерального удобрення для рослин розторопші плямистої може спричинити накопичення у її вегетативній масі і насінні токсичних речовин, що містяться у цих засобах, зокрема свинцю, кадмію, цинку, ртуті тощо. Особливо це стосується цинку. Цинк є мікроелементом, необхідним для рослин у мікро кількостях, сприяє засвоєнню азоту з ґрунту, бере участь у ферментативних процесах рослини, сприяє утворенню крохмалю [8].

Цинк має значний вплив на окисно-відновні процеси в рослинному організмі, бере участь у синтезі гормону росту (ауксину), утворенні АТФ, хлорофілу, елементів мінерального живлення, поділі клітин, формуванні мітохондрій, прискорює проходження біосинтезу білка, виступає компонентом 40 дихальних ферментів, збільшує вміст аскорбінової кислоти, сухої речовини, впливає на процеси живлення, транспортування речовин, проникність мембран, при-

скорює темпи росту і розвитку, посилює процеси в репродуктивних органах, підвищує стійкість до захворювань, посухо-, жаро-, морозостійкості у рослин [9].

Цинк сприяє засвоєнню міді, бору, регулює обмін фосфору. Проте надмірне живлення рослин цинком призводить не тільки до змін структури листка, а й до токсикації рослини. Обмежувальним чинником для надходження цинку у рослину є система нормативних показників — гранично допустимої концентрації (ГДК) цинку у ґрунті та рослині [10].

Контроль вмісту цинку, як і інших токсикантів, у вегетативній масі та насінні розторопші плямистої, через недостатню вивченість цієї культури, здійснюється доволі рідко. Це потребує додаткового дослідження інтенсивності накопичення цинку у рослинах розторопші плямистої за сучасних технологій її вирощування, що передбачають застосування широкого спектра мінеральних добрив.

Мета досліджень — встановити інтенсивність накопичення цинку рослинами розторопші плямистої залежно від виду добрив.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. на сірому опідзоленому середньосуглинковому ґрунті у господарствах Вінницької обл. Висівали розторопшу плямисту у весняні строки із застосуванням п'яти варіантів удобрення: внесення азотного мінерального добрива — аміачної селітри у дозі 60 кг/га у д.р., фосфорного мінерального добрива — суперфосфату простого — 60, калійного мінерального добрива — калію хлористого — 60, суміші добрив: аміачна селітра, суперфосфат простий, калій хлористий — N:P:K — 60:60:60 кг/га. Контролем був варіант без використання мінеральних добрив. У фазу досягання плодів їх збирали разом із листовою масою для проведення лабораторного аналізу на вміст цинку у насінні та листі.

Уміст цинку в орному шарі ґрунту (0–30 см), сирій листовій масі та насінні роз-

торопші плямистої визначали у лабораторії Вінницької філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів» атомно-абсорбційним методом.

На основі отриманих результатів лабораторного аналізу вмісту цинку у листовій масі та насінні розторопші плямистої розраховували коефіцієнт накопичення — співвідношення вмісту цинку у рослині і рухомих форм цинку у ґрунті, а також коефіцієнт небезпеки — співвідношення вмісту цинку у рослині і ГДК для визначення небезпеки накопичення цинку рослинами відносно їх ГДК.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було виявлено накопичення цинку листовою масою розторопші плямистої за внесення мінеральних добрив, особливо аміачної селітри, у величинах, що істотно перевищують ГДК цинку у листовій масі рослин — 10,0 мг/кг у сухій речовині.

Результати досліджень засвідчили, що рослини розторопші плямистої можуть інтенсивно поглинати з ґрунту цинк, навіть за умови його низького вмісту у ґрунті. За внесення у ґрунт мінеральних добрив, що можуть містити цинк як баласт речовин або сприяти перетворенню нерухомих форм цинку у ґрунті в рухомі, спостерігається зростання концентрації елемента у рослинах розторопші плямистої. Вміст цинку у аміачній селітрі згідно з нашими попередніми дослідженнями [11] становить 0,6 мг/кг фізичної ваги, у суперфосфаті — 36,0, калію хлористому — 8,0 мг/кг.

Зокрема, у варіанті без застосування добрив уміст цинку у листовій масі розторопші плямистої становить 2,9 ГДК, за використання калію хлористого і суперфосфату простого — 3,4, суміші мінеральних добрив аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого — 5,0 ГДК. Найістотніше підвищилася концентрація цинку у листовій масі розторопші плямистої за внесення аміачної селітри — 15,6 ГДК (табл. 1).

Уміст рухомих форм цинку у ґрунті після вирощування розторопші плямистої становив 10,04 мг/кг. Коефіцієнт накопичення цинку листовою масою культури у

**Інтенсивність накопичення цинку у листовій масі розторопші плямистої**

Дослідний матеріал	Варіант удобрення	Концентрація свинцю, мг/кг	ГДК свинцю, мг/кг	Коефіцієнт накопичення свинцю	Коефіцієнт небезпеки свинцю
Ґрунт	–	10,04±0,9	23,0	–	0,43
Листя	аміачна селітра	156,1±5,6	10,0	15,5	15,6
	калій хлористий	33,7±1,7	10,0	3,4	3,4
	суперфосфат простий	34,2±1,5	10,0	3,4	3,4
	аміачна селітра, суперфосфат простий, калій хлористий	50,3±2,0	10,0	5,0	5,0
	без добрив	28,8±1,3	10,0	2,9	2,9

варіанті без використання добрив був нижчим – 2,9. За застосування суперфосфату простого і калію хлористого коефіцієнт накопичення цинку становив 3,4, за внесення суміші аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого – 5,0, за використання аміачної селітри – 15,5. Такі високі показники коефіцієнта накопичення цинку вказують на інтенсивне поглинання листовою масою розторопші плямистої цинку з ґрунту як мікроелемента у значно вищих концентраціях, ніж уміст рухомих форм цинку у ґрунті.

Найвищий коефіцієнт небезпеки цинку у листовій масі розторопші плямистої було зафіксовано у варіанті із застосуванням селітри аміачної – 15,6. За внесення суміші добрив аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого коефіцієнт небезпеки цинку знизився до 5,0, за внесення калію хлористого і суперфосфату простого – до 3,4.

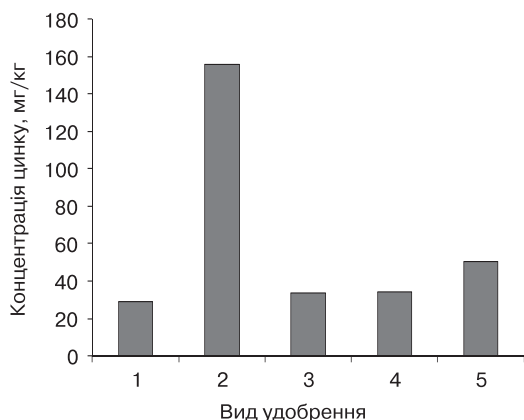
У варіанті без удобрення посівів розторопші плямистої вміст цинку у її листовій масі становив 28,8 мг/кг у сухій речовині. За використання як добрива калію хлористого вміст цинку зріс на 14,5% і становив 33,7 мг/кг, суперфосфату простого – на 15,8% і становив 34,2 мг/кг. Суміш аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого спричиняє збільшення вмісту цинку у листовій масі розторопші плямистої до 50,3 мг/кг, що на 42,7% більше, ніж у

варіанті без внесення мінеральних добрив. Удобрення посівів розторопші плямистої аміачною селітрою зумовлює найістотніше зростання концентрації цинку у листовій масі – на 81,6%, або 156,1 мг/кг у сухій речовині (рис. 1).

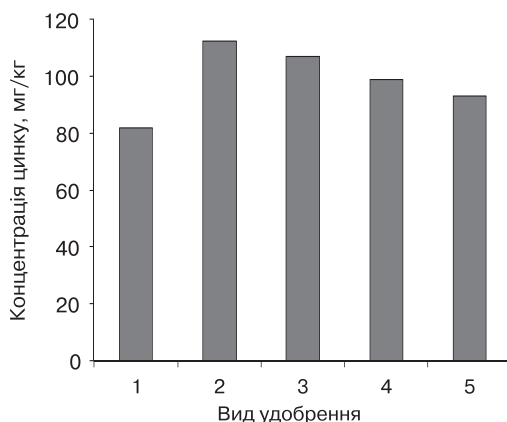
Було виявлено також значне накопичення цинку у насінні розторопші плямистої. Граничнодопустима концентрація цинку у насінні рослин є значно вищою, ніж у листовій масі – 50,0 мг/кг у сухій речовині. У варіанті без застосування добрив уміст цинку у насінні розторопші плямистої становить 1,6 ГДК, за удобрення сумішшю аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого – 1,9, суперфосфатом простим – 2,0, калієм хлористим – 2,1, аміачною селітрою – 2,3 ГДК (табл. 2).

Найвищий коефіцієнт накопичення цинку насінням розторопші плямистої було встановлено у варіанті з внесенням аміачної селітри – 11,1. За використання калію хлористого коефіцієнт накопичення дещо зменшується – до 10,6, а суперфосфату простого – до 9,8. Застосування суміші добрив аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого ще більше знижує коефіцієнт накопичення – до 9,2. У варіанті без застосування добрив коефіцієнт накопичення цинку насінням розторопші плямистої був найнижчим – 8,1.

Найнижчий коефіцієнт небезпеки цинку у насінні розторопші плямистої був ви-



**Рис. 1.** Порівняльна оцінка накопичення цинку у вегетативній масі розторопші плямистої залежно від виду добрив: 1 — без добрив; 2 — аміачна селітра; 3 — калій хлористий; 4 — суперфосфат простий; 5 — суміш аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого



**Рис. 2.** Порівняльна оцінка накопичення цинку у насінні розторопші плямистої залежно від виду добрив: 1 — без добрив; 2 — аміачна селітра; 3 — калій хлористий; 4 — суперфосфат простий; 5 — суміш аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого

Таблиця 2

**Інтенсивність накопичення цинку у насінні розторопші плямистої**

Дослідний матеріал	Варіант удобрення	Концентрація свинцю, мг/кг	ГДК свинцю, мг/кг	Коефіцієнт накопичення свинцю	Коефіцієнт небезпеки свинцю
Ґрунт	—	10,04±0,9	23,0	—	0,43
Насіння	аміачна селітра	112,2±5,6	50,0	11,1	2,2
	калій хлористий	107,0±5,4	50,0	10,6	2,1
	суперфосфат простий	99,0±4,5	50,0	9,8	2,0
	аміачна селітра, суперфосфат простий, калій хлористий	93,0±4,6	50,0	9,2	1,9
	без добрив	82,0±3,7	50,0	8,1	1,6

явлений у варіанті без використання добрив — 1,6. За внесення суміші аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого коефіцієнт небезпеки становив 1,9, за використання суперфосфату простого — 2,0, калію хлористого — 2,1, аміачної селітри — 2,2.

Найнижчий уміст цинку було виявлено у насінні розторопші плямистої у варіанті без застосування добрив — 82,0 мг/кг сухої речовини (рис. 2).

Застосування суміші аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого зумовлює збільшення вмісту цинку у сухій речовині насіння розторопші плямистої на 11,8% порівняно з варіантом без внесення добрив — до 92,0 мг/кг. Внесення суперфосфату простого спричиняє зростання вмісту цинку на 17,2% — до 99,0 мг/кг, калію хлористого на 23,4% — до 107,0, аміачної селітри на 26,9% — до 112,2 мг/кг.

## ВИСНОВКИ

Встановлено інтенсивне поглинання і накопичення листовою масою та насінням розторопші плямистої цинку у величинах, що значно перевищують ГДК. Це потребує пошуку шляхів зниження рівнів забруднення цинком рослин розторопші плямистої. Зокрема, найменше накопичується цинк у листовій масі та насінні розторопші плямистої за відсутності будь-якого удобрен-

ня посівів культури. У разі застосування добрив найменше цинку накопичується у насінні розторопші плямистої за використання суміші добрив аміачної селітри, суперфосфату простого і калію хлористого, а у листовій масі — за використання мінеральних добрив калію хлористого. Найбільше накопичення цинку насінням та листовою масою розторопші плямистої спостерігалось за удобрення її посівів аміачною селітрою.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Кшникаткина А.Н.* Расторопша пятнистая / А.Н. Кшникаткина, В.А. Гуцина, Н.Д. Агапкин // Пчеловодство. — 2003. — № 3. — С. 26–27.
2. Розторопша є перспективною до вирощування в Україні лікарською рослиною [Електронний ресурс] // Суперагроном. — 2018. — Режим доступу: <https://superaconom.com/news/5963-roztoropsha-ye-perspektivnoyu-do-viroshchuvannya-v-ukrayini-likarskoyu-roslynoyu>
3. *Носенко Ю.* Розторопша плямиста — «подарунок Діви Марії» [Електронний ресурс] / Ю. Носенко // Агробізнес сьогодні. — 2019. — Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztoropsha-pliamysta-podarunok-divy-marii.html>
4. *Воронцов В.Т.* Досвід вирощування розторопші плямистої на невеликих ділянках та використання її з метою оздоровлення / В.Т. Воронцов, М.М. Опара // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2010. — № 2. — С. 41–45.
5. *Гамаюнова В.В.* Удосконалення окремих агротехнічних прийомів вирощування розторопші плямистої в умовах півдня України / В.В. Гамаюнова, О.В. Дьомін // Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. — 2015. — № 1 (47). — Т. 1. — С. 139–144.
6. *Тарасюк В.А.* Вплив агротехнічних заходів на густоту стояння рослин розторопші плямистої / В.А. Тарасюк, В.Я. Хоміна // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. — 2014. — Вип. 21. — С. 105–108.
7. Розторопша плямиста [Електронний ресурс] // Пропозиція. — 2008. — Режим доступу: <https://propozitsiya.com.ua/roztoropsha-plyamista>
8. Мікроелементи, їх роль для рослин [Електронний ресурс]. — 2020. — Режим доступу: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html>
9. Цинк (Zn) має великий вплив на окислювально-відновні процеси в рослинному організмі [Електронний ресурс]. — 2020. — Режим доступу: <https://agro.bio/cink-zn>
10. Цинк. Системний підхід у живленні рослин [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnij-pidhid-u-mineralnomu-zhivlenni-roslyn/>
11. *Ткачук О.П.* Вплив аміачної селітри на концентрацію важких металів у ґрунті / О.П. Ткачук // Збалансоване природокористування. — 2016. — № 2. — С. 162–165.

## REFERENCES

1. Kshnykatkina, A.N., Hushchyna, V.A. & Aghapkin, N.D. (2003). Rastoropsha piatnystaia [Milk thistle spotted]. *Pchelovodstvo — Beekeeping*, 3, 26–27 [in Russian].
2. Roztoropsha ye perspektyvnoiu do vyroshchuvannya v Ukraini likarskoiu roslynoiu [Milk thistle is a promising medicinal plant in Ukraine]. *Superaconom — Super agronomist*. Retrieved from: <https://superaconom.com/news/5963-roztoropsha-ye-perspektivnoyu-do-viroshchuvannya-v-ukrayini-likarskoyu-roslynoyu> [in Ukrainian].
3. Nosenko, Yu. Roztoropsha pliamysta — «podarunok Divy Maryi» [A milk thistle is a gift of the Virgin Mary]. *Ahrobiznes sohodni — Agribusiness today*. Retrieved from: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztoropsha-pliamysta-podarunok-divy-marii.html> [in Ukrainian].
4. Vorontsov, V.T. & Opara, M.M. (2010). Dosvid vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi ta nevelykykh diliankakh ta vykorystannia yii z metoiu ozdovlennia [Experience of growing thistle spotted and small areas and using it for the purpose of healing]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahromoi akademii — Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 41–45 [in Ukrainian].
5. Hamaionova, V.V. & Domin, O.V. (2015). Udoskonalennia okremykh ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi v umovakh pivdnia Ukrainy [Improvement of individual agrotechnical methods of cultivation of milk thistle in southern Ukraine]. *Visnik Zhytomirskogo natsionalnogo agroekologichnogo universitetu — Bulletin of Zhytomyr National Agro-Ecological University*, 1 (47), 1, 139–144 [in Ukrainian].

6. Tarasiuk, V.A. & Khomina, V.Ia. (2014). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na hustotu stoiannia roslyn roztoropshi pliamystoi [Influence of agro-technical measures on the density of standing plants of thistle spotted]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv – Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet*, 21, 105–108 [in Ukrainian].
7. Roztoropsha pliamysta [Milk thistle spotted]. *Pro-pozytsiia – Offer*. Retrieved from: <https://propozytsiya.com/ua/roztoropsha-plyamysta> [in Ukrainian].
8. Mikroelementy, yikh rol dlia roslyn [Microelements, their role for plants]. *artahg.com.ua*. Retrieved from: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html> [in Ukrainian].
9. Tsynk (Zn) maie velykyi vplyv na okysliuvalno-vidnovni protsesy v roslynnomu orhanizmi [Zinc (Zn) has a great influence on the redox processes in the plant organism]. *agro.bio*. Retrieved from: <https://agro.bio/cink-zn> [in Ukrainian].
10. Tsynk. Systemnyi pidkhid u zhyvlenni roslyn [Zinc. Systematic approach in plant nutrition]. *www.agroone.info*. Retrieved from: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnij-pidhid-u-mineralnomu-zhyvlenni-roslyn/> [in Ukrainian].
11. Tkachuk, O.P. (2016). Vplyv amiachnoyi selitri na kontsentratsiyu vazhkih metaliv u Ґрунті [Influence of ammonium nitrate on the concentration of heavy metals in soil]. *Zbalansovane prirodokoristuvannya – Balanced use of nature*, 2, 162–165 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 28.01.2020

УДК 630\*2:631.423.3:631.484 (477.42/.81/.82)

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201279>

## ВМІСТ ГІДРОЛІЗОВАНОГО АЗОТУ У ҐРУНТАХ ВОЛОГИХ СУҐРУДІВ В УМОВАХ ВОЛЬЄРНОГО УТРИМАННЯ МИСЛИВСЬКИХ ТВАРИН НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОГО І ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ

О.Л. Кратюк, М.М. Кравчук, Л.Л. Довбиш

*Поліський національний університет*

*Напіввільне утримання тварин спричиняє значний вплив на агроекологічний стан ґрунту. Проаналізовано вміст гідролізованого азоту за Корнфільдом (ДСТУ 7863:2015) у ґрунтах вологих суґрудів на території вольєрів Західного і Центрального Полісся. Зафіксовано підвищення показника на 14,3–35,9% у ґрунтах підгодівельних майданчиків порівняно з контрольними ділянками. Загалом, у обстежених вольєрах мисливських господарств уміст гідролізованого азоту був низьким (106,74±18,78 мг/кг, n = 16) і характеризувався значним рівнем варіювання ознаки — коефіцієнт варіації становив 35,9%. Різні рівні накопичення гідролізованого азоту, на нашу думку, обумовлено, передусім, інтенсивністю і тривалістю експлуатації вольєрів. Так, упродовж періоду спостережень прослідковується чітка лінійна залежність (r = 0,84; R<sup>2</sup> = 0,70) між тривалістю функціонування вольєра і вмістом гідролізованого азоту у шарі 0–20 см. Проведені дослідження можуть послужити основою для прогнозування на перспективу запасів цього ключового для лісових ценозів елемента живлення на території вольєрів у різних лісорослинних умовах Західного і Центрального Полісся.*

**Ключові слова:** рухомі форми азоту, тип лісорослинних умов, тип лісу, напіввільне утримання.

Наразі у лісовому господарстві України актуальним є забезпечення ефективного моніторингу всіх без винятку складових біогеоценозу, що обумовлено загостренням

проблеми деградації ґрунтового покриву та ускладненням процесів взаємодії диких тварин, навколишнього природного середовища і діяльності людини. В умовах напіввільного утримання мисливських тварин однією з перших реагує на мисливсько-гос-

© О.Л. Кратюк, М.М. Кравчук, Л.Л. Довбиш, 2020