

УДК 633.883:504.5:546.56

DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-16

ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ РОЗТОРОПШОЮ ПЛЯМИСТОЮ МІДІ В УМОВАХ ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН

С.Ф. РАЗАНОВ, доктор с.-г. наук,
професор,
А.М. РАЗАНОВА, аспірант
Вінницький національний аграрний
університет

Наявність у складі лікарських рослин, до яких відноситься і розторопша плямиста, біологічно активних речовин, макро- і мікроелементів у найбільш доступній і засвоюваній формі є однією з факторів позитивного ефекту застосування її у медицині, фармакології, харчовій промисловості, в тваринництві та рослинництві.

Негативний вплив на якість лікарської сировини спричиняють токсичні речовини, які здатні накопичуватись в рослинах внаслідок техногенного навантаження на навколишнє середовище. Дані токсиканти, потрапляючи у організм людини та тварин, можуть взаємодіяти з білками, нуклеїновими кислотами, змінювати активність ферментів, порушувати їх біологічні та транспортні властивості, що в кінцевому результаті може призвести до негативних наслідків.

Досліджено вплив мінерального підживлення розторопші плямистої на інтенсивність накопичення міді в її листовій масі та насінні.

Виявлено, що за підживлення розторопші плямистої мінеральними добривами спостерігається підвищення в листовій масі та насінні міді. Зокрема, за використання аміачної селітри – у 1,25 і 1,4 рази; суперфосфату простого – у 1,14 і 1,2 рази; калію хлористого – у 1,16 і 1,2 рази; суміші NPK добрив – у 1,53 і 1,1 рази.

Ключові слова: важкі метали, інтенсивність, мідь, мінеральні добрива, розторопша плямиста, концентрація, коефіцієнт небезпеки, коефіцієнт накопичення.

Табл. 2. Рис. 2. Літ. 12.

Постановка проблеми. Своєрідним джерелом корисних речовин є лікарські рослини, які можуть містити одне, два або навіть декілька активних діючих речовин, що здатні за певних умов надавати в живому організмі певні лікувальні властивості. Саме до таких рослин і можна віднести розторопшу плямисту, яка набирає все більшої популярності. Поряд з цим підвищились і вимоги до якості лікарської сировини, адже розторопша плямиста має високу інтенсивність накопичення різних токсикантів. Останнім часом дану рослину почали вирощувати в умовах польових сівозмін, ґрунти яких забруднені різними токсикантами, зокрема, важкими металами. Виходячи з цього виникає необхідність у вивченні інтенсивності забруднення важкими металами розторопші плямистої, вирощеної в умовах сільськогосподарських сівозмін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними енциклопедичних видань, *Silybum marianum* – розторопша плямиста належить до родини Айстрових (Asteraceae), має багато народних назв, а саме: комочник, чортополох молочний, Мар'їно гостропестро, растопша, татарин. Поширена в центральній та південній смузі європейської частини СНД, на Кавказі, у південній частині Західного Сибіру, у Середній Азії, у Західній Європі, Малій Азії, Північній Африці та південній частині Австралії. Також зазначається, що на даних територіях росте як бур'ян на полях, уздовж доріг, пустелях, смітниках та сухих місцях [1, 2, 3]. Але починаючи з кінця ХХ століття розторопшу плямисту почали активно культивувати у країнах Європи та інших країнах. Виникненню особливого інтересу до даної рослини сприяло те, що у ході досліджень її німецькими вченими було виділено з плодів розторопші плямистої оригінальні біологічно активні речовини, які знайшли подальше широке використання у медицині, фармакології, харчовій промисловості, в тваринництві та рослинництві.

Найбільш цінним компонентом даної рослини є насіння, основними діючими речовинами якого є флаволігнани, головними серед яких є силібін (силімарин), силідіанін, силіхрестин, 32% жирної олії, небагато етерної олії (0,08%), смоли, слиз, а також біогенні аміни (тіамін, гістамін) та близько п'яти флавоноїдів (таксифолін, кверцетин, дегідрокемпферол та ін.), глюкоза, фруктоза, рамноза, ксилоза, арабіноза, галактуронова кислота, амінокислоти, гідроксикоричні кислоти, вітаміни К, А, Е, сапоніни, дубильні речовини, а також макроелементи К (9,2 мкг/г), Са (16,6 мкг/г), Fe (0,08 мкг/г) і мікроелементи Al, Mg, Mn (0,1 мкг/г), Cu (1,16 мкг/г), Zn (0,71 мкг/г), Cr (0,15 мкг/г), Se (22,9 мкг/г), V (0,01 мкг/г), Sr, Pb [1, 2, 3, 4]. У листі розторопші плямистої містяться флавоноїди.

З насіння розторопші плямистої виготовляють різноманітні препарати, які добре зарекомендували себе при лікуванні захворювань печінки (у т.ч. гепатиті, цирозі), селезінки, жовчнокам'яній хворобі, коліті, холециститі, цукровому діабеті, захворюваннях крові, відкладеннях солей, болю у суглобах, запаленнях слизової оболонки шлунка та товстої кишки, геморої, атеросклерозі. Препарати з розторопші плямистої успішно використовують у дерматології – для лікування вітиліго, псоріазу, облісіння та ін., покращення імунітету організму. Завдяки протизапальної, антиоксидантної, імуномодуляторної властивостям силімарин захищає клітини шкіри від канцерогенного впливу ультрафіолетового випромінювання. Зазначають також, що розторопша плямиста має протипухлинні властивості. Зокрема, протипухлинні властивості силімарину проявляються у відношенні пухлин різних органів і тканин (простати, легенів, нирок, молочної залози, слизової рота, клітин крові, кишечнику та ін). Флаволігнани розторопші підвищують ефективність хіміотерапії пухлин та зменшують побічні властивості цих препаратів при лікуванні різних злоякісних новоутворень [5].

Відзначається також розторопша плямиста і харчовою цінністю, зокрема, в шроті насіння міститься: протеїну – 14,32 %; жиру – 20,22 %; клітковини – 30,53%, при цьому за амінокислотним складом білок даної рослини не поступається білку олійних і бобових культур [6].

Завдяки високій продуктивності зеленої маси поряд з лікувальними властивостями розторопша плямиста знайшла своє застосування в тваринництві, як кормова сировина.

Необхідно зазначити, що дана рослина здатна до високого накопичення важких металів. Найбільш поширеними й токсичними серед металів-поллютантів ґрунту є кадмій, свинець, цинк, мідь та ін. Відомо, що за ступенем токсичності важкі метали розташовуються у наступній послідовності: Cu>Ni>Cd>Zn>Pb>Hg>Fe>Mo>Mn. Але даний ряд може змінюватися через неоднакове осадження елементів ґрунтом і переведення в недоступний для рослин стан, умовами вирощування та фізіолого-генетичними особливостями самих рослин [7].

До негативних ґрунтово-екологічних показників призводить екзогенне привнесення у ґрунти токсикантів (важких металів), що може викликати негативні зміни агрохімічних властивостей ґрунту, погіршення умов життєдіяльності ґрунтової біоти, порушення нормального розвитку та росту рослин аж до їх загибелі, що, врешті-решт, знижує рівень безпеки життєдіяльності самої людини [7, 8, 9].

Застосування мінеральних добрив в рослинництві сприяє підвищенню онтогенезу рослин та потреби поживних речовин, зокрема, мінеральних, до яких належить і мідь.

Відомо, що мідь має позитивний вплив на синтез білків у рослинах, які в свою чергу надають здатність рослинним тканинам утримувати воду, внаслідок даного процесу мідь у складі добрива додає рослинам захисту від бактеріальних захворювань та засухо- й морозостійкості. Також мідь бере участь у процесі фіксації азоту рослинами, підвищує стійкість до вилягання. Прийнято таку шкалу забезпеченості рослин міддю за вмістом її рухомих сполук у ґрунті (1 н НС1), мг/кг: низька – 1,5; середня – 1,5-3; висока – понад 3 [10].

Концентрація міді у сільськогосподарських рослинах менше 5 мг/кг сухої маси погіршує розвиток рослин, а концентрація понад 10-20 мг/кг є пороговою. Від застосування мідьвмісних добрив і пестицидів (мідний купорос, сульфат міді, бордоська рідина, хлорокис міді та трихлорфенолят міді) концентрація міді в рослинах збільшується в 2-4 рази [11].

Найбільш відомі симптоми токсичності міді у рослин проявляються у гальмуванні росту рослин, слабо розвиненій кореневій системі, зміні проникності мембран, зниженні утворення пагонів, мідному хлорозі листя, пригніченні процесу фотосинтезу [10].

Господаренко Г.М. зазначає про необхідність бути обережним при застосуванні мідних добрив, адже мідь є високотоксичним елементом [10].

Потрапляючи в живий організм, препарати з високою концентрацією міді сполучаються з білками, утворюючи альбумінати, які можуть мати місцеву в'язучу та припікаючу дію на слизові оболонки; найчастіше отруєння міддю спричинює ураження шлунково-кишкового тракту та нервової системи [12].

Мета роботи. Дослідити вплив мінерального підживлення розторопші плямистої на накопичення міді у її листовій масі та насінні.

Вивчення інтенсивності забруднення міддю листової маси та насіння розторопші плямистої проводили на сірих лісових ґрунтах в умовах Вінниччини. Підживлення розторопші плямистої проводили аміачною селітрою (60 кг/га), калієм хлористим (60 кг/га), суперфосфатом простим (60 кг/га) та сумішшю NPK (аміачна селітра, суперфосфат простий і калій хлористий – по 60 кг/га).

Виклад основного матеріалу. Результати досліджень показали певний вплив мінеральних добрив на інтенсивність накопичення у листовій масі розторопші плямистої міді (Табл. 1). Так, у листовій масі розторопші плямистої, яку вирощували на сірих лісових ґрунтах без підживлення, концентрація міді була вища у 2,64 рази за ГДК (5,0 мг/кг). Тоді як за підживлення NPK у вегетативній масі розторопші плямистої концентрація міді була вища за ГДК у 4,06 рази, суперфосфатом простим – у 3,02 рази, калієм хлористим – у 3,08 рази, аміачною селітрою – у 3,32 рази. Найвищий рівень перевищення ГДК по міді спостерігався за комплексного підживлення розторопші плямистої NPK добривами.

Таблиця 1

**Вплив мінерального підживлення на концентрацію міді
у листовій масі розторопші плямистої**

Дослідний матеріал	Вид мінеральних добрив	Фактична концентрація	ГДК	Коефіцієнти	
				накопичення	небезпеки
Ґрунт	-	0,32	3,0	-	-
Листова маса	Аміачна селітра	16,6 ± 0,51	5,0	51,8	3,3
Листова маса	Калій хлористий	15,4 ± 0,47	5,0	48,1	3,0
Листова маса	Суперфосфат простий	15,1 ± 0,34	5,0	47,1	3,0
Листова маса	NPK	20,3 ± 0,61	5,0	63,4	4,0
Листова маса	Без підживлення	13,2 ± 0,43	5,0	41,2	2,6

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

У порівнянні з листовою масою розторопші плямистої, яку вирощували без мінерального підживлення (Рис. 1) та аналогічною сировиною, одержаною за використання аміачної селітри, калію хлористого, суперфосфату подвійного та NPK добрив концентрація міді була вища відповідно у 1,25 рази; 1,16 рази; 1,14 рази та 1,53 рази.

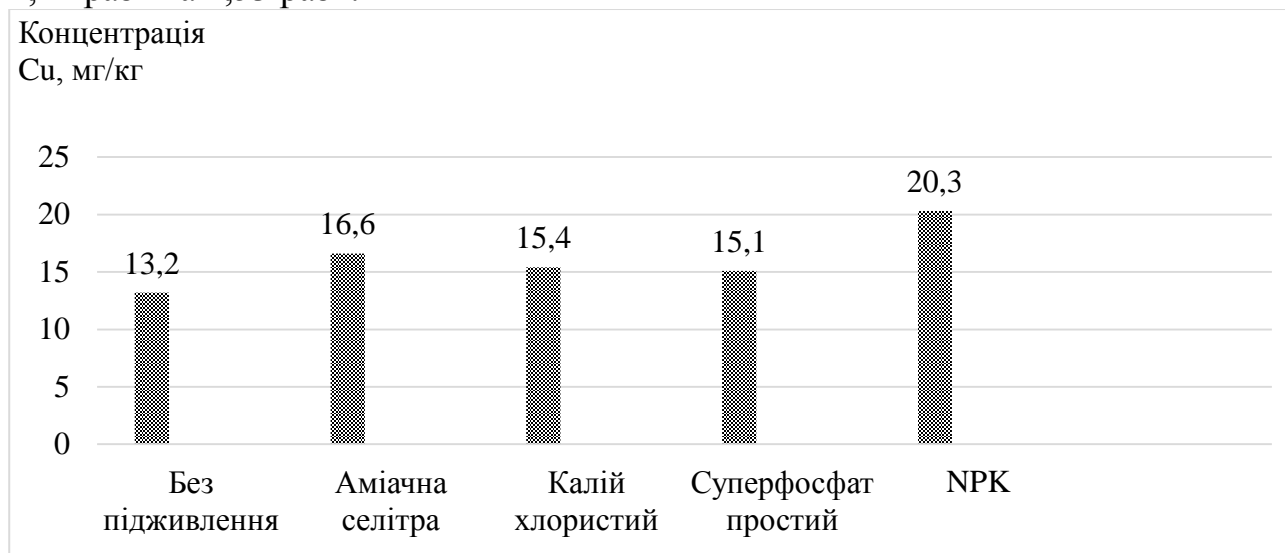


Рис. 1. Порівняльна оцінка накопичення міді у листовій масі розторопші плямистої в залежності від виду добрив

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Характеризуючи коефіцієнт накопичення міді у листовій масі розторопші плямистої необхідно відмітити, що даний показник був у межах від 41,2 до 63,4. Найвищий коефіцієнт накопичення міді спостерігався у листовій масі розторопші плямистої за комплексного підживлення її мінеральним добривом, а найнижчий – у варіанті без підживлення.

Аналіз одержаних результатів досліджень з вивчення впливу мінерального підживлення розторопші плямистої на накопичення міді у насінні (Табл. 2) показав також певний вплив калійних, азотних, фосфорних добрив та

Таблиця 2

Інтенсивність накопичення у насінні розторопші плямистої міді, мг/кг

Дослідний матеріал	Вид мінеральних добрив	Фактична концентрація	ГДК	Коефіцієнт	
				накопичення	небезпеки
Ґрунт	-	$0,32 \pm 0,21$	3,0	-	0,1
Насіння	Аміачна селітра	$25,6 \pm 0,32$	10,0	80	2,5
Насіння	Калій хлористий	$23,0 \pm 0,41$	10,0	72	2,3
Насіння	Суперфосфат простий	$23,0 \pm 0,37$	10,0	71,8	2,3
Насіння	NPK	$20,3 \pm 0,54$	10,0	63,4	2,0
Насіння	Без підживлення	$18,3 \pm 0,39$	10,0	57,1	1,8

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

їх комплексного застосування на рівень накопичення даного елемента у рослині. Так, концентрація міді у насінні розторопші плямистої, яку вирощували без підживлення мінеральними добривами, була вища за ГДК у 1,83 рази, а за підживлення NPK добривами – у 2,03 рази, суперфосфатом простим – у 2,3 рази, калієм хлористим – у 2,3 рази, аміачною селітрою – у 2,56 раз.

Необхідно відмітити, що найвищий рівень міді було виявлено у насінні розторопші плямистої за підживлення її аміачною селітрою.

Виявлено також підвищення коефіцієнту накопичення та небезпеки міді у насінні розторопші плямистої за використання мінеральних добрив. Зокрема, коефіцієнти накопичення та небезпеки міді у насінні розторопші плямистої були вищими за підживлення її NPK добривом відповідно у 1,1 і 1,2 рази; за суперфосфатом простим – у 1,25 і 1,27 рази, калієм хлористим – у 1,26 і 1,27 рази, аміачною селітрою – у 1,4 і 1,38 рази порівняно з варіантом без мінерального підживлення.

Аналізуючи інтенсивність накопичення міді у насінні розторопші плямистої (Рис. 2) необхідно відмітити певну залежність її концентрації від виду мінеральних добрив. Так, концентрація міді у насінні розторопші плямистої без підживлення мінеральними добривами складала 18,3 мг/кг, тоді як за підживлення сумішшю NPK добривом вона була вища у 1,1 рази, суперфосфатом простим – у 1,2 рази, калієм хлористим – у 1,2 рази, аміачною селітрою – у 1,4 рази.

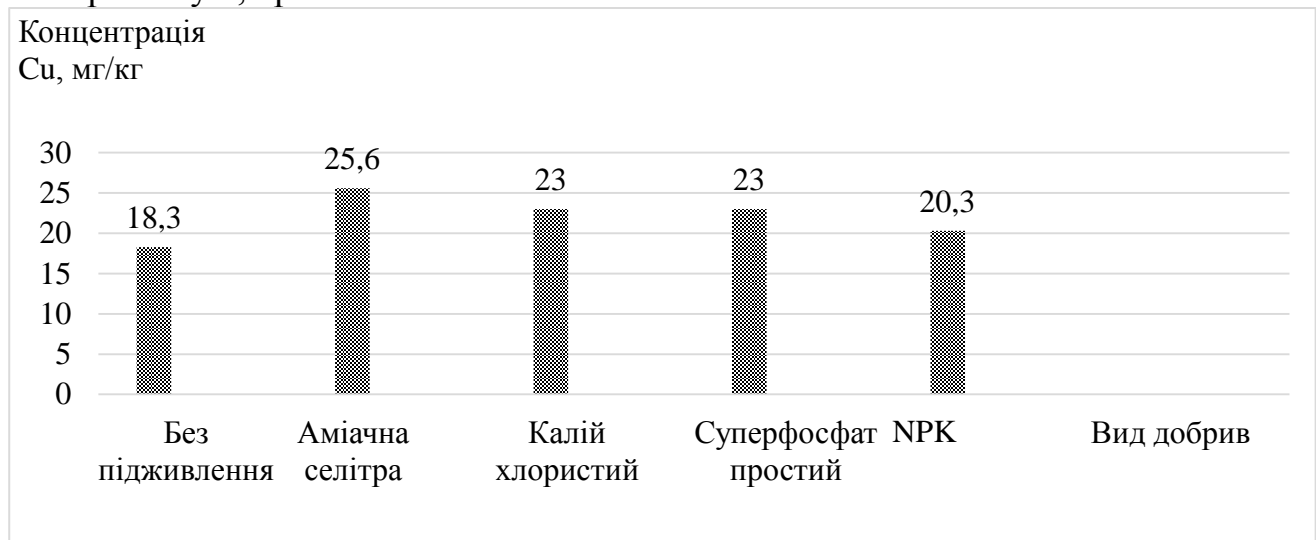


Рис. 2. Порівняльна оцінка накопичення міді у насінні розторопші плямистої в залежності від виду добрив

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Коефіцієнт накопичення міді у насінні розторопші плямистої був найвищим за підживлення аміачною селітрою у 1,4 рази, суперфосфатом простим – у 1,25 рази, калієм хлористим – у 1,26 рази, сумішшю NPK добрив – у 1,1 рази порівняно з насінням, одержаним без підживлення.

Коефіцієнт небезпеки міді коливався в межах від 1,8 до 2,5. Найвищим коефіцієнтом небезпеки характеризувалось насіння розторопші плямистої, вирощеної за підживлення мінеральними добривами, тоді як найнижчим – без мінерального підживлення. Зокрема, у насінні розторопші плямистої, вирощеної без підживлення, коефіцієнт небезпеки міді був нижчим, порівняно з аналогічною сировиною, одержаною за підживлення NPK у 1,1 рази, суперфосфату простого – у 1,27 рази, калію хлористого – у 1,27 рази, аміачної селітри – у 1,38 рази. Отже, підживлення розторопші плямистої аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим, NPK сприяло підвищенню вмісту міді в її листовій масі та насінні відповідно у 1,25 рази; 1,16; 1,14; та 1,53 рази та у насінні – у 1,4 рази; 1,2; 1,2 та 1,1 рази відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті проведених досліджень встановлено, що у розторопші плямистої спостерігається накопичення міді у листовій масі та насінні, що може сприяти перевищенню гранично допустимих концентрацій. Необхідно відмітити, що у всіх варіантах дослідів спостерігались перевищення ГДК по міді. Найвища концентрація міді у листовій масі розторопші плямистої була за підживлення сумішшю NPK добрив, а у насінні – за підживлення аміачною селітрою. Перспективою подальших досліджень є вивчення зниження у розторопші плямистій накопичення важких металів, вирощеної в умовах сучасних польових сівозмін.

Список використаної літератури

1. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник. К.: «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана. 1992. 544 с.
2. Анищенко Л.В., Подольская Е.Н. Энциклопедия лекарственных растений. М. : АСТ. 2017 г. 208 с.
3. Herbal Medicines. London: Pharmaceutical Press. Electronic version. 2005.
4. Куркин В.А., Росихин Д.В., Рязанова Т.К. Сравнительное исследование состава жирных кислот масла расторопши и подсолнечного масла. Медицинский альманах. 2017. № 1 (46). С. 99-102.
5. Кароматов И.Д., Асланова Д.К. Противоопухолевые свойства расторопши пятнистой. Биология и интегративная медицина. 2018. №10. С. 56-69.
6. Кориляк М.З. Фітотерапевтичні властивості розторопші плямистої та її використання в годівлі тварин. Рибогосподарська наука України. 2013. № 4. С. 97-108.
7. Довгальок А. Забруднення довкілля токсичними металами та його індикація за допомогою рослинних тестових систем. Біологічні студії. 2013. № 1. С. 197-204
8. Razanov S.F., Tkachuk O.P., Bakhmat O. M., Razanova A.M. Reducing danger of heavy metals accumulation in winter wheat grain which is grown after

leguminous perennial precursor. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 254-260

9. Ткачук О.П. Вплив бобових багаторічних трав на зниження вмісту важких металів у зерні пшениці озимої. *Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT*. Poznan. 29.09.2019-30.09.2019. № 21. S. 65-67.

10. Господаренко Г.М. Агрохімія. Київ: Сік груп Україна. 2018. 560 с.

11. Корчагіна І. Мідь. Значення та застосування у землеробстві. Агроексперт. URL: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvanna-u-zemlerobstvi/>.

12. Полковенко О.В. Значення міді для здоров'я людини. *Культура безпеки, екології та здоров'я*. 2010. № 3. С. 33-35.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Likarski roslyny: Entsiklopedychnyi dovidnyk. (1992). [*Medicinal plants: Encyclopedic reference book*]. К.: «Ukrainska Entsiklopediia» im. М. Р. Bazhana. [in Ukrainian].

2. Anyshchenko L.V., Podolskaia E.N. (2017). Entsiklopedyia lekarstvennikh rastenyi. [*Encyclopedia of medicinal plants*]. М. : AST. [in Russian].

3. Herbal Medicines. (2005). London: Pharmaceutical Press. Electronic version. [in English].

4. Kurkyn V.A., Rosykhyn D.V., Riazanova T.K. (2017). Sravnytelnoe yssledovanye sostava zhyrnykh kyslot masla rastoropshy y podsolnechnoho masla. [*A comparative study of the composition of fatty acids of milk thistle oil and sunflower oil*]. *Medytsynskiy almanakh.– Medical almanac*. №1(46). 99-102. [in Russian].

5. Karomatov Y. D., Aslanova D. K. (2018). Protyvoopukholevie svoistva rastoropshy piatnystoi. [*Antitumor properties of milk thistle*]. *Byolohyia y yntehratyvnaia medytsyna – Biology and integrative medicine*. №10. 56-69. [in Russian].

6. Koryliak M.Z. (2013). Fitoterapevtychni vlastyvoli roztoropshi pliamystoi ta yii vykorystannia v hodivli tvaryn. [*Phytherapeutic properties of milk thistle and its use in animal nutrition*]. *Rybohospodarska nauka Ukrainy – Fisheries science of Ukraine*. № 4. 97-108. [in Ukrainian].

7. Dovhaliuk A. (2013). Zabrudnennia dovkillia toksychnymy metalamy ta yoho indykatsiia za dopomohoiu roslynnykh testovykh system [*Environmental pollution by toxic metals and its indication using plant test systems*]. *Biolohichni studii – Biological studies*. № 1. 197-204. [in Ukrainian].

8. Razanov S.F., Tkachuk O.P., Bakhmat O. M., Razanova A.M. (2020). Reducing danger of heavy metals accumulation in winter wheat grain which is grown after leguminous perennial precursor. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 254-260. [in English].

9. Tkachuk O.P. (2019). Vplyv bobovykh bahatorichnykh trav na znyzhennia vmistu vazhkykh metaliv u zerni pshenytsi ozymoi [*Influence of leguminous perennial grasses on reduction of heavy metals content in winter wheat grain*]. Zbirnyk naukovykh statey z Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi NAUKA, DOSLIDZHENNYA, ROZVYTOK. Poznan'. 29.09.2019-30.09.2019. № 21. 65-67. [in Ukrainian].

10. Hospodarenko H.M. (2018). Ahrokhimiia [*Agrochemistry*]. Kyiv: Sik hrup Ukraina. [in Ukrainian].

11. Korchahina I. (2017). Mid. Znachennia ta zastosuvannia u zemlerobstvi [*Copper. Significance and application in agriculture*]. Ahroekspert – Agroexpert URL: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvanna-u-zemlerobstvi/> [in Ukrainian].

12. Polkovenko O.V. (2010). Znachennia midi dlia zdorov'ia liudyny [*Importance of copper for human health*]. Kultura bezpeky, ekolohii ta zdorovia – Safety, environment and health culture. № 3. 33-35. [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ **ИНТЕНСИВНОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ РАСТОРОПШЕЙ ПЯТНИСТОЙ** **МЕДИ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ**

Наличие в составе лекарственных растений, к которым относится и расторопша пятнистая, биологически активных веществ, макро- и микроэлементов в наиболее доступной и усвояемой форме является одним из факторов положительного эффекта применения ее в медицине, фармакологии, пищевой промышленности, в животноводстве и растениеводстве.

Негативное влияние на качество лекарственного сырья вызывают токсичные вещества, которые способны накапливаться в растениях в результате техногенной нагрузки на окружающую среду. Данные токсиканты, попадая в организм человека и животных, могут взаимодействовать с белками, нуклеиновыми кислотами, изменять активность ферментов, нарушать их биологические и транспортные свойства, что в конечном итоге может привести к негативным последствиям. Исследовано влияние минеральной подкормки расторопши пятнистой на интенсивность накопления меди в ее листовой массе и семенах. Выявлено, что при подкормке расторопши пятнистой минеральными удобрениями наблюдается повышение в листовой массе и семенах меди. В частности, при использовании аммиачной селитры – в 1,25 и 1,4 раза; суперфосфата простого – в 1,14 и 1,2 раза; калия хлористого – в 1,16 и 1,2 раза; смеси NPK удобрений – в 1,53 и 1,1 раза.

Ключевые слова: *тяжелые металлы, интенсивность, медь, минеральные удобрения, расторопша пятнистая, концентрация, коэффициент опасности, коэффициент накопления.*

Табл. 2. Рис. 2. Лит. 12.

ANNOTATION

INTENSITY OF ACCUMULATION IN LEAF MASS AND SEED MILK THISTLE COPPER IN CONDITIONS OF FIELD CULTIVATIONS

Medicinal plants are sources of nutrients, may contain one, two or more active ingredients that can provide certain medicinal properties in a living organism. Such plants include milk thistle, which is gaining popularity. Today, the quality of medicinal raw materials is relevant, because milk thistle has a high intensity of accumulation of various toxicants. Recently, this plant has been grown in field crop rotations, the soils of which are contaminated with various toxicants, including heavy metals. Therefore, there is a need to study the intensity of heavy metal contamination of milk thistle, grown in agricultural crop rotations.

Milk thistle has biologically active substances, macro- and microelements in the most accessible and digestible form and is one of the factors of the positive effect of its use in medicine, pharmacology, food industry, animal husbandry and crop production. Toxic substances have a negative impact on the quality of medicinal raw materials, can accumulate in plants due to man-made pressure on the environment. These toxicants, entering the human and animal body, can interact with proteins, nucleic acids, change the activity of enzymes, disrupt their biological and transport properties, which can ultimately lead to negative consequences.

The influence of mineral fertilization of milk thistle on the intensity of copper accumulation in its leaf mass and seeds has been studied.

It was found that when feeding milk thistle with mineral fertilizers, there is an increase in leaf mass and copper seeds. In particular, for the use of ammonium nitrate - 1.25 and 1.4 times; superphosphate simple - 1.14 and 1.2 times; potassium chloride - 1.16 and 1.2 times; mixtures of NPK fertilizers - 1.53 and 1.1 times.

Key words: *heavy metals, intensity, copper, mineral fertilizers, milk thistle, concentration, danger coefficient, accumulation coefficient.*

Tabl. 2. Fig. 2. Lit. 12.

Інформація про авторів

Разанов Сергій Федорович – доктор с.-г. наук, професор та завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: razanov@vsau.vin. ua).

Разанова Алла Михайлівна – аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: vnau.eco@i.ua).

Разанов Сергей Федорович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, г. Вінниця, ул. Солнечная, 3; e-mail: razanov@vsau.vin. ua).

Разанова Алла Михайловна – аспірант кафедри екології та охорони оточуючої середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3; e-mail: vnau.eco@i.ua).

Razanov Serhiy – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Protection of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna St. 3; e-mail: razanov@vsau.vin. ua).

Razanova Alla – postgraduate student of Department of Ecology and Environmental Protection of the Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna St.3; e-mail: vnau.eco@i.ua).