

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 2 (161) 2020

УДК 631/635(062.552):378.4(477.41)БНАУ
А 26

Агробіологія = Agrobiology : збірник наукових праць. №2(161)2020 / Білоцерківський національний аграрний університет. - Біла Церква : БНАУ, 2020. - 192 с. - DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 10 від 24.11.2020 р.)

«Агробіологія» («Agrobiology») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.), і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref, РІНЦ.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Заступник головного редактора – **Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, асист., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Базиль П., гол. інженер, Французька асоціація географічної інформації (AFIGEO), Сен-Манде, Франція
Бєлік П., д-р габіл., проф., Словацький сільськогосподарський університет, Нітра, Словацька Республіка
Броун Р., д-р наук, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Вахній С.П., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Демидась Г.І., д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна
Іващенко О.О., д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, Україна
Лавров В.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Литвиненко М.А., д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннезнавства та сортовивчення, Одеса, Україна
Лобачова С.В., ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Ніколсон С., д-р філософії, ст. викладач, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Примак І.Д., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Сич З.Д., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Стасєв Г., д-р наук, проф., Державний аграрний університет, Кишинів, Молдова
Террі С., д-р філософії, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія
Ткаченко Н., д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія
Хахула В.С., канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Шароглазова Г.О., канд. техн. наук, доц., Полоцький державний університет, Полоцьк, Білорусь
Шмідке К., д-р наук, проф., Дрезденський університет прикладних наук, Дрезден, Німеччина

Editorial board:

Editor-in-Chief – **Karpuk L.M.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine
Deputy Editor-in-Chief – **Ezerkovska L.V.**, PhD, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Bazile P., Chief Engineer, French Association for Geographic Information (AFIGEO), Saint-Mandé, France
Bielik P., D. habil., Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic
Browne R., PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom
Demydas' G.I., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

Ivashchenko O.O., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS, Kyiv, Ukraine

Khakhula V.S., PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Lavrov V.V., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Lytvynenko M.A., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

Lobachova S.V., Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Nicholson S., PhD, Senior Lecturer, Writtle University College, Essex, United Kingdom

Prymak I.D., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Schmidtke K., D.Sc., Prof., University of Applied Sciences, Dresden, Germany

Sharoglazova G.O., PhD, Ass. Prof., Polotsk State University, Polotsk, Belarus

Stasyev G., D.Sc., Prof., National Agricultural University of Moldova, Kyshyniv, Moldova

Sych Z.D., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Terry S., PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom

Tkachenko N., PhD, University of Warwick, Coventry, United Kingdom

Vakhniy S.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Редакционная коллегия:

Главный редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина
Заместитель главного редактора – **Езерковская Л.В.**, канд. с.-х. наук, ассист., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Члены редакционной коллегии:

Базиль П., глав. инженер, Французская ассоциация географической информации (AFIGEO), Сен-Манде, Франция

Белик П., д-р габил., проф., Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словацкая Республика

Броун Р., д-р наук, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Вахний С.П., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Демьдась Г.И., д-р с.-х. наук, проф., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Иващенко А.А., д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, Киев, Украина

Лавров В.В., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Литвиненко Н.А., д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Селекционно-генетический институт Национального центра семеноводства и сортоизучения, Одесса, Украина

Лобачова С.В., ст. преподаватель, Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Николсон С., д-р философии, ст. преподаватель, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Прымак И.Д., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Стасев Г., д-р наук, проф., Государственный аграрный университет, Кишинев, Молдавия

Сыч З.Д., д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Терри С., д-р философии, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

Ткаченко Н., д-р философии, Университет Варвика, Ковентри, Великобритания

Хахула В.С., канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

Шароглазова Г.А., канд. техн. наук, доц., Полоцкий государственный университет, Полоцк, Беларусь

Шмидке К., д-р наук, проф., Дрезденский университет прикладных наук, Дрезден, Германия

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел. +38(0456)33-11-01, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

АГРОНОМІЯ

Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Класифікація сортів сої за господарськими ознаками з допомогою кластерного аналізу.....	7
Борис Н.Є., Красюк Л.М. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різного антропогенного навантаження.....	16
Василишина О.В. Оцінювання якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями впродовж зберігання методом Харрінгтона.....	27
Голик Л.М., Кузьменко Л.А. Мінливість урожайності та стійкості до ураження хворобами сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування	36
Дубчак О.В. Створення самофертильних ЗС і ЧС ліній цукрових буряків та добір кращих за селекційно і господарсько цінними ознаками.....	47
Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю. Оцінка нових ліній багатонасінних запилювачів цукрових буряків верхняцької селекції та їх гібридів.....	56
Куманська Ю.О., Шубенко Л.А. Оцінка мінливості господарсько цінних ознак у лінії мутантного походження ріпаку ярого	63
Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Успадкування в F1 і трансгресивна мінливість в F2 довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.....	70
Любич В.В., Лещенко І.А., Сторожик Л.І., Войтовська В.І. Вихід і якість подрібненої крупи із зерна пшениці полби	79
Малинка Л.В., Шишкіна К.І., Дідур І.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Карпук Л.М., Павліченко А.А., Козак Л.А. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів.....	90
Марченко А.Б., Крупа Н.М., Масальський В.П., Олешко О.Г., Роговський С.В., Жихарева К.В. Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітничково-декоративних рослин (на прикладі <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) в структурі озеленення урбоекосистем	98
Піньковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному степу України.....	107
Пірич А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. Морозостійкість пшениці м'якої озимої та її зв'язок з морфологічними особливостями.....	116
Поляков В.І. Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування.....	124
Правдива Л.А. Особливості росту і розвитку рослин сорго зернового в умовах Правобережного Лісостепу України.....	131
Примак І.Д., Войтовик М.В., Панченко О.Б., Присяжнюк Н.М., Ображій С.В., Панченко І.А., Філіпова Л.М. Вплив систем удобрення на зміну агрохімічних властивостей чорнозему типового за використання побічної продукції просапних культур сівозміни упродовж ротації як органічного добрива.....	139
Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення важких металів листовою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами.....	152
Третьякова С.О., Войтовська В.І., Євчук Я.В., Кононенко Л.М. Порівняльна оцінка хімічного складу цільнозернового борошна сорго зернового (<i>Sorghum bicolor</i>) і чіа (<i>Salvia hispanica</i>).....	160
Федорук І.В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої.....	170
Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Ефективність технологічних прийомів контролю присутності осоту рожевого та сивого серед промислових насаджень винограду.....	177
Шох С.С., Сич З.Д., Карпук Л.М. Визначення ефективного способу стерилізації рослинних експлантів лайма <i>Citrus aurantifolia</i> та сортів лимона <i>Citrus lemon</i> для введення в культуру <i>in vitro</i>	185

СОДЕРЖАНИЕ АГРОНОМИЯ

Белявская Л.Г., Рыбальченко А.М. Классификация сортов сои по хозяйственным признакам с помощью кластерного анализа.....	7
Борис Н.Е., Красюк Л.М. Питательный режим серой лесной почвы в зависимости от антропогенной нагрузки.....	16
Василишина Е.В. Оценивание качества плодов вишни при предварительной обработке полисахаридными композициями при хранении методом Харрингтона.....	27
Голик Л.Н., Кузьменко Л.А. Изменчивость урожайности и устойчивости к поражению болезнями сортов пшеницы мягкой озимой в зависимости от года испытания	36
Дубчак О.В. Создание новых самофертильных ЗС и МС линий сахарной свеклы и отбор лучших по селекционно и хозяйственно ценным признакам.....	47
Дубчак О.В., Андреева Л.С., Паламарчук Л.Ю. Оценка новых линий многосемянных опылителей сахарной свеклы верхнячской селекции и их гибридов.....	56
Куманская Ю.А., Шубенко Л.А. Оценка изменчивости хозяйственно ценных признаков у линий мутантного происхождения рапса ярового.....	63
Лозинский Н.В., Устинова Г.Л. Наследование в F_1 и трансгрессивная изменчивость в F_2 длины главного колоса при скрещивании разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой.....	70
Любич В.В., Лещенко И.А., Сторожик Л.И., Войтовская В.И. Выход и качество дробленых круп из зерна пшеницы полбы.....	79
Малинка Л.В., Шишкина К.И., Дидур И.М., Езерковская Л.В., Караульная В.М., Карпук Л.М., Павличенко А.А., Козак Л.А. Состояние и производство органической продукции в Украине. Выращивание гречихи при применении биопрепаратов.....	90
Марченко А.Б., Крупа Н.Н., Масальский В.П., Олешко А.Г., Роговский С.В., Жихарева К.В. Биоэкологические особенности формирования патогенной микобиоты цветочно-декоративных растений (на примере <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) в структуре озеленения урбоэкосистем.....	98
Пиньковский Г.В., Танчик С.П. Продуктивность и экономическая эффективность выращивания подсолнечника в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений в Правобережной Степи Украины.....	107
Пирыч А.В., Юрченко Т.В., Коляденко С.С. Морозоустойчивость пшеницы мягкой озимой и ее связь с морфологическими особенностями.....	116
Поляков В.И. Особенности формирования качественных показателей зерна кукурузы в зависимости от комплекса элементов технологии выращивания.....	124
Правдивая Л.А. Особенности роста и развития растений сорго зернового в условиях Правобережной Лесостепи Украины.....	131
Примак И.Д., Войтовик М.В., Панченко А.Б., Присяжнюк Н.М., Ображий С.В., Панченко И.А., Филипова Л.Н. Влияние систем удобрения на изменение агрохимических свойств чернозема типичного при использовании побочной продукции пропашных культур севооборота на протяжении ротации как органического удобрения.....	139
Разанов С.Ф., Ткачук А.П., Разанова А.М. Интенсивность накопления тяжелых металлов листковой массой расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими удобрениями.....	152
Третьякова С.А., Войтовская В.И., Евчук Я.В., Кононенко Л.М. Сравнительная оценка химического состава цельнозерновой муки сорго зернового (<i>Sorghum bicolor</i>) и чиа (<i>Salvia hispanica</i>)	160
Федорук И.В. Влияние микроэлементов и инокуляции посевного материала в технологии выращивания сои.....	170
Шевченко И.В., Мынкин Н.В., Мынкина А.А. Эффективность технологических приемов контроля присутствия осота розового и седого среди промышленных насаждений винограда....	177
Шох С.С., Сыч З.Д., Карпук Л.М. Определение эффективного способа стерилизации растительных эксплантов лайма <i>Citrus aurantifolia</i> и сортов лимона <i>Citrus lemon</i> для введения в культуру in vitro.....	185

CONTENT AGRONOMY


Bilyavska L., Rybalchenko A. Cluster analysis in soybean varieties classification by economic characteristics	7
Borys N., Krasjuk L. Nutritional regime of gray forest soil at different anthropogenic loads.....	16
Vasylyshyna O. Assessment of cherry fruits quality under pre-processing with polyccharidic compositions during storage by the Harrington method	27
Holyk L., Kuzmenko L. Variability of yield and resistance to disease of soft winter wheat varieties depending on the year of testing	36
Dubchak O. Breeding self-fertile SM and MS of sugar beet lines and selecting best ones for breeding and economic valuable attributes.....	47
Dubchak O., Andryeyeva L., Palamarchuk L. Estimation of new lines of multigerm pollinators of Verhnyatska selection sugar beets and their hybrids.....	56
Kumanska Yu., Shubenko L. Assessment of the variability of economically valuable traits in spring rape lines of mutant origin	63
Lozinsky M., Ustinova G. Inheritance in F ₁ and transgressive variability in F ₂ of the main ear length by crossing wheat varieties with different maturity.....	70
Liubych V., Leshchenko I., Storozhyk L., Voitovska V. The yield and the quality of crushed cereals from the polba wheat grain.....	79
Malinka L., Shyshkina K., Didur I., Ezerkovska L., Karaulna V., Karpuk L., Pavlichenko A., Kozak L. Organic products condition and production in Ukraine. Growing buckwheat with the use of biopreparations.....	90
Marchenko A., Krupa N., Masalsky V., Oleshko O., Rohovsky S., Zhykharieva K. Bioecological features of pathogenic mycobiota formation in flower and decorative plants (on the example of <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees) urban ecosystems greenization.....	98
Pinkovskyi H., Tanchyk S. Productivity and economic efficiency of growing sunflower depending on the sowing time and plant density in the Right-Bank Steppe of Ukraine.....	107
Pirykh A., Yurchenko T., Koliadenco S. Freezing tolerance of bread winter wheat and its relation with morphological features.....	116
Polyakov V. Features of quality indicators of corn grain formation depending on the complex of elements of growing technology.....	124
Pravdyva L. Features of growth and development of grain sorghum plants in the right bank forest steppe of Ukraine	131
Prymak I., Voitovyk M., Panchenko A., Prysyazhnyuk N., Obrazhiy S., Panchenko I., Filipova L. Effect of fertilizing systems on changing the agrochemical properties of black soil typical under using tilled crops rotation by-products as an organic fertilizer during the crop rotation...139	139
Razanov S., Tkachuk A., Razanova A. The intensity of heavy metals accumulation by the milk thistle leaf mass under its fertilization with the latest fertilizers.....	152
Tretiakova S., Voitovska V., Yevchuk Y., Kononenko L. Comparative evaluation of the chemical composition of whole grains grain sorghum flour (<i>Sorghum bicolor</i>) and chia (<i>Salvia hispanica</i>)	160
Fedoruk I. Influence of microelements and seeding inoculation in soybean growing technology...170	170
Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina G. The effectiveness of technological methods of controlling the presence of pink and gray thistle among industrial grape plantations.....	177
Shokh S., Sych Z., Karpuk L. Determination of an effective method of <i>Citrus aurantifolia</i> lime and <i>Citrus lemon</i> varieties plant explants sterilization for in vitro introduction into the culture.....	185

УДК 631.95/631.895

Інтенсивність накопичення важких металів листковою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами

Разанов С.Ф. , Ткачук О.П. , Разанова А.М. 

Вінницький національний аграрний університет

 Ткачук О.П. E-mail: tkachukop@ukr.net



Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення важких металів листковою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 2. С. 152–159.

Razanov S.F., Tkachuk O.P., Razanova A.M. Intensyvniŝt' nakopychennja vazhkyh metaliv lystkovoju masoju roztoropshi pljamytoŝi za iŝi' udobrennja novitnimi dobryvamy. Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija», 2020. no. 2, pp. 152–159.

Рукопис отримано: 21.09.2020 р.

Прийнято: 05.10.2020 р.

Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-152-159

Досліджено інтенсивність накопичення важких металів у листковій масі розторопші плямистої за її удобрення новітніми видами добрив та проведено оцінювання екологічної безпеки такої сировини.

Закладали два досліди: вплив удобрення розторопші плямистої добривом Рост-концентрат на інтенсивність накопичення важких металів; вплив удобрення розторопші плямистої добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат на інтенсивність накопичення важких металів.

Використання для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Фосфор-хелат зумовлює зниження забруднення її листкової маси кадмієм та міддю в 1,1 раза проти варіанта без удобрення її посівів, а зростання концентрації свинцю і цинку проти контролю є незначним, у межах похибки досліду.

Застосування для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Калій-хелат сприяє зменшенню забруднення її листкової маси кадмієм проти контролю, а зміна її забруднення міддю перебуває в межах похибки. Водночас заміна добрива Рост-концентрат на Фосфор-хелат або Калій-хелат під час удобрення посівів розторопші плямистої зумовить зниження забруднення її листкової маси свинцем, кадмієм та міддю, однак збільшить забруднення цинком, порівнюючи з контролем.

Найбільш екологічно безпечна листові сировина розторопші плямистої за вмістом свинцю, кадмію та міді буде спостерігатись під час удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат, а за вмістом цинку – під час удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат.

Для зниження забруднення листкової маси лікарської сировини розторопші плямистої важкими металами, зокрема кадмієм – на 9 % та міддю – на 11 %, необхідно використовувати для її удобрення хелатне добриво Фосфор-хелат. Для зменшення забруднення листкової маси цинком на 81 % рекомендується використовувати органомінеральне добриво Рост-концентрат.

Ключові слова: розторопша плямиста, лікарська сировина, екологічна безпека, важкі метали, забруднення, добрива.

Постановка проблеми. Унаслідок застосування заходів інтенсивного землеробства на сільськогосподарських угіддях, що передбачають внесення високих норм мінеральних добрив, спостерігається забруднення ґрунтів важкими металами, що містяться у таких добривах, зокрема свинцем, кадмієм, міддю та цинком [1]. Існує висока ймовірність міграції важких металів з ґрунту у рослини, що на них вирощуються. Це унеможливує подальше використання та-

ких рослин, адже вони можуть бути забруднені важкими металами у величинах, значно вищих за гранично допустимі концентрації [2].

Широке залучення лікарських рослин до вирощування на ґрунтах, які належать до польових сівозмін, підвищує ймовірність їх забруднення важкими металами та ставить завдання не лише моніторингу рівня їх вмісту у листовій масі, а й розроблення заходів зниження вмісту важких металів [3, 4].

Однією з таких лікарських рослин є розторопша плямиста, посівні площі якої зростають через значну користь цієї рослини для організму. Вона допомагає у відновленні печінки, зміцнює судини; підтримує імунітет завдяки вітамінам А, D, E, K, F, групи В, що входять до складу; омолоджує організм; сприяє поліпшенню роботи шлунково-кишкового тракту; допомагає контролювати рівень цукру; загоює рани; незамінна в лікуванні багатьох жіночих хвороб; звільняє організм від накопичених отрут; допомагає схуднути [5].

Лікарська сировина розторопші цінується на вітчизняному й закордонному ринках, особливо зріс попит в останні роки, коли було усвідомлено згубний вплив на людський організм синтетичних ліків, і виникла потреба в природних лікарських препаратах і біологічно активних добавках [5].

Аналіз останніх досліджень. Розторопша плямиста не вибаглива до ґрунтів і кліматичних умов. У дикорослому вигляді відома як бур'ян; зустрічається на пустирях, уздовж доріг і на залізничних насипах [6, 7].

У сівозміні розторопша плямиста належить до культур раннього строку посіву. Дружні сходи рослини з'являються на 8–10 добу після посіву за середньодобової температури 10 °С. Для її вирощування підходять пухкі слабокислі супіщані ґрунти [8, 9].

Одним з основних елементів підвищення продуктивності розторопші плямистої є удобрення. Розторопша плямиста не вимагає високих норм добрив, однак на підживлення реагує потужним ростом. У сучасній сівозміні акцент робиться на мінеральні добрива. Застосування мінеральних добрив значно впливає на продуктивність розторопші плямистої та якість і екологічну безпеку її сировини. Розторопша належить до рослин із розтягнутим періодом споживання елементів мінерального живлення. Для неї не бажане зайве азотне живлення, оскільки воно спричиняє затримку вегетації, а також погіршує лікувальні властивості її сировини. З господарських і економічних міркувань найбільш обґрунтованою нормою добрив слід вважати внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$, однак науково обґрунтовані та експериментально доведені оптимальні норми для удобрення рослин розторопші плямистої, за яких не погіршуватимуться лікувальні властивості рослини, не досліджувалися [9].

Сучасним напрямом удобрення сільськогосподарських культур є застосування їх новітніх видів: комплексних органомінеральних добрив, мікродобрив, мінеральних добрив на хелатній основі, стимуляторів росту рослин,

з позакореневим внесенням [10–12]. Застосування таких добрив на посівах розторопші плямистої може істотно обмежити накопичення її рослинами токсичних речовин та стимулювати інтенсивний ріст.

Відсутність оптимізованої технології вирощування розторопші плямистої в інтенсивних умовах сільськогосподарського виробництва ускладнює одержання її екологічно безпечної сировини з підвищеними лікарськими властивостями [13].

Проведені лабораторні та практичні експерименти виявили в рослині розторопші плямистої підвищені концентрації таких речовин як силімарин, цинк, селен, йод, кальцій і ще приблизно двісті різних речовин [14]. Властивість рослин розторопші плямистої поглинати речовини з ґрунту у підвищених концентраціях може зумовити накопичення у ній токсичних для людського організму важких металів, зокрема, свинцю, кадмію та інших [15–19].

Дослідження особливостей вирощування розторопші плямистої висвітлено у працях Разанова С.Ф. [20], Гамаюнової В.В., Дьоміна О.В., Тарасюка В.А., Хоміна В.Я., які вивчають елементи технології вирощування культури [21, 22], Воронцова В.Т., Опара М.М., які досліджують особливості вирощування розторопші плямистої в умовах присадибного господарства [23].

Мета дослідження – вивчити інтенсивність накопичення важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення новітніми видами добрив та провести оцінювання екологічної безпеки такої сировини.

Матеріал і методи дослідження. Польові дослідження проводили впродовж 2017–2019 років на сірому опідзоленому середньосуглинковому ґрунті дослідних ділянок Вінницького національного аграрного університету, що характеризувався слабокислою реакцією ґрунтового розчину. Вміст рухомих форм важких металів у дослідному ґрунті був наступним: свинцю – 2,0 мг/кг за гранично допустимої концентрації (ГДК) 6,0 мг/кг; кадмію – 0,10 мг/кг за ГДК 0,70 мг/кг; міді – 2,1 мг/кг за ГДК 3,0 мг/кг, цинку – 10,0 мг/кг за ГДК 23,0 мг/кг.

Закладали два досліди: 1 – вплив удобрення розторопші плямистої органомінеральним добривом Рост-концентрат на інтенсивність накопичення її листовою масою важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку; 2 – вплив удобрення розторопші плямистої хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат на інтенсивність накопичення її листовою масою важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку. Для кожного дослідів було визначено кон-

троль – варіант без використання будь-яких добрив. Досліджувані добрива вносили методом листового підживлення через оприскування у нормі: Рост-концентрат – 0,5 л/га, Фосфор-хелат і Калій-хелат – по 0,9 л/га.

Рост-концентрат – органомінеральне добриво зі стимулювальним ефектом і фунгіцидною активністю, є продуктом високотехнологічної переробки натурального торфу, з якого вилучено активні речовини: азот, фосфор, калій, мікроелементи, а гумінові кислоти з нерозчинних переведені в розчинні одновалентні солі. Співвідношення основних елементів живлення: азот – 5 %, фосфор – 5 %, калій – 5 %. Поживні речовини у добриві представлені в гуматній формі. Виробник – ТОВ «Восор», Україна.

Фосфор-хелат – універсальне водорозчинне фосфорне добриво з умістом фосфору в доступній хелатній формі 40 %. Калій-хелат – водорозчинне концентроване калійне добриво з умістом калію в доступній хелатній формі 77 %. Виробник обох добрив – ТОВ «Караван», Україна.

Висівали розторопшу плямисто навесні. Посівна площа досліду – 0,05 га. Облікова площа ділянки – 10 м². Лабораторні аналізи вмісту важких металів у листовій масі розторопші плямистої проводили у сертифікованій та акредитованій лабораторії Житомирської філії Інституту охорони ґрунтів ДУ «Держґрунтоохорона». Масову концентрацію важких металів у рослинній продукції визначали атомно-абсорбційним методом на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С115-1М згідно з ГОСТ 30178-96. Підготовку рослинних зразків для визначення важких металів здійснювали методом сухої мінералізації згідно з ДСТУ 7670:2014. Важкі метали у листовій масі розторопші плямистої визначали згідно з методиками: ДСТУ 4770.6:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук міді в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.2:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук цинку в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.9:2007

– Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 4770.3:2007 – Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрометрії; ДСТУ 7670:2014 – Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних речовин. На основі отриманих даних лабораторного аналізу розраховували коефіцієнт небезпеки важких металів як відношення їх умісту в рослині до ГДК. Проводили статистичну обробку отриманих даних дослідження на основі загальноприйнятих методик математичного аналізу за допомогою програми Agrostat [24].

Результати дослідження та обговорення.

Спостереження за концентрацією свинцю в листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат виявило його вміст 13,38±2,08 мг/кг сухої речовини, що на 36,8 % більше, ніж вміст свинцю в листовій масі розторопші плямистої на контролі, де жодних добрив не використовували (табл. 1).

Концентрація кадмію в листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат становила 1,97±0,06 мг/кг сухої речовини. Це на 46,7 % більше, ніж концентрація кадмію в листовій масі розторопші плямистої на контролі.

Фактична концентрація міді у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат становила 17,06±1,85 мг/кг сухої речовини, що на 22,5 % більше, ніж концентрація міді в рослинах, вирощених на контролі.

Вміст цинку в листовій масі розторопші плямистої за удобрення її посіву органомінеральним добривом Рост-концентрат становив 29,78±2,95 мг/кг сухої речовини. Це на 80,7 % менше, ніж концентрація цинку в листовій масі розторопші плямистої на контролі.

Установлено, що застосування органомінерального добрива Рост-концентрат на посівах розторопші плямистої сприяє інтенсивно-

Таблиця 1 – Вміст важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат, мг/кг сухої речовини

Варіант удобрення	Pb		Cd		Cu		Zn	
	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК
Добриво Рост-концентрат	13,38±2,08	5,0	1,97±0,06	1,0	17,06±1,85	5,0	29,78±2,95	10,0
Контроль	8,46±1,57	5,0	1,05±0,04	1,0	13,23±1,27	5,0	154,28±7,74	10,0

му поглинанню з ґрунту поживних речовин, зокрема таких важких металів як свинець, кадмій і мідь.

Органомінеральне добриво Рост-концентрат найбільше сприяє поглинанню з ґрунту кадмію – у 1,9 раза більше, ніж на контролі. Водночас застосування органомінерального добрива Рост-концентрат на посівах розторопші плямистої зумовлює зниження поглинання з ґрунту цинку, концентрація якого проти контролю, знижується у листовій масі рослин розторопші плямистої у 55,5 раза.

За удобрення посівів розторопші плямистої хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат спостерігається інша інтенсивність накопичення важких металів у її листовій масі, порівнюючи із використанням органомінерального добрива Рост-концентрат. Зокрема, найменшу концентрацію свинцю в листовій масі розторопші плямистої було виявлено за удобрення рослин хелатним добривом Фосфор-хелат – $11,82 \pm 1,83$ мг/кг сухої речовини, що на 6,6 % більше, ніж на контролі та на 21,0 % менше, ніж за удобрення рослин розторопші плямистої хелатним добривом Калій-хелат (табл. 2).

масі вмісту цинку на 3,5 %, а добривом Калій-хелат – на 30,5 %.

Отже, використання для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Фосфор-хелат зумовлює зниження забруднення її листової маси кадмієм та міддю в 1,1 раза проти варіанта без удобрення її посівів, а зростання концентрації свинцю і цинку проти контролю є незначним, у межах похибки досліду. Застосування для удобрення посівів розторопші плямистої хелатного добрива Калій-хелат сприяє зменшенню забруднення її листової маси кадмієм, проти контролю, а зміна її забруднення міддю перебуває в межах похибки. Водночас заміна добрива Рост-концентрат на Фосфор-хелат або Калій-хелат під час удобрення посівів розторопші плямистої зумовить зниження забруднення її листової маси свинцем, кадмієм та міддю, однак збільшить забруднення цинком, порівнюючи з контролем.

Екологічна безпека лікарської сировини розторопші плямистої визначається за порівнянням фактичної концентрації важких металів у рослинах до гранично допустимої концентрації (ГДК) цих речовин, що становить суть

Таблиця 2 – Вміст важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат, мг/кг сухої речовини

Варіант удобрення	Pb		Cd		Cu		Zn	
	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК	Фактичний вміст	ГДК
Добриво Фосфор-хелат	$11,82 \pm 1,83$	5,0	$1,68 \pm 0,05$	1,0	$15,30 \pm 1,34$	5,0	$58,06 \pm 4,03$	10,0
Добриво Калій-хелат	$14,96 \pm 2,00$	5,0	$1,82 \pm 0,06$	1,0	$18,47 \pm 1,98$	5,0	$80,58 \pm 4,90$	10,0
Контроль	$11,04 \pm 1,64$	5,0	$1,85 \pm 0,06$	1,0	$17,13 \pm 1,86$	5,0	$56,02 \pm 3,87$	10,0

Найнижчу концентрацію кадмію в листовій масі розторопші плямистої було виявлено за її удобрення хелатним добривом Фосфор-хелат – $1,68 \pm 0,05$ мг/кг сухої речовини. Це на 7,7 % менше, ніж за удобрення рослин розторопші плямистої хелатним добривом Калій-хелат та на 9,2 % менше, ніж на контролі.

Застосування хелатного добрива Фосфор-хелат на посівах розторопші плямистої забезпечує отримання листової маси з найнижчим умістом міді – $15,30 \pm 1,34$ мг/кг сухої речовини, що на 10,7 % менше, ніж на контролі та на 17,2 % менше, ніж за внесення хелатного добрива Калій-хелат.

Найменшу концентрацію цинку в листовій масі розторопші плямистої було виявлено на контролі – $56,02 \pm 3,87$ мг/кг сухої речовини. Удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат сприяє зростанню у її листовій

коефіцієнта небезпеки важких металів. Безпечні умови складаються для використання такої сировини без обмеження за умови коефіцієнта небезпеки, який становить менше одиниці.

За розрахунками коефіцієнтів небезпеки обох дослідів одержані коефіцієнти становили понад одиницю в усіх варіантах (табл. 3, 4).

Зокрема, за використання добрив найменший коефіцієнт небезпеки свинцю було встановлено на варіанті удобрення розторопші плямистої хелатним добривом Фосфор-хелат – 2,36, а найвищий – за удобрення добривом Калій-хелат – 2,99.

Найнижчий коефіцієнт небезпеки кадмію в листовій масі розторопші плямистої було встановлено за удобрення рослин хелатним добривом Фосфор-хелат – 1,68, а найвищий – за удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат – 1,97.

Таблиця 3 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення органомінеральним добривом Рост-концентрат

Варіант удобрення	Pb	Cd	Cu	Zn
Добриво Рост-концентрат	2,68	1,97	3,41	2,98
Контроль	1,69	1,05	2,65	15,43

Таблиця 4 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у листовій масі розторопші плямистої за її удобрення хелатними добривами Фосфор-хелат і Калій-хелат

Варіант удобрення	Pb	Cd	Cu	Zn
Добриво Фосфор-хелат	2,36	1,68	3,06	5,81
Добриво Калій-хелат	2,99	1,82	3,69	8,06
Контроль	2,21	1,85	3,43	5,60

За удобрення посівів розторопші плямистої добривом Фосфор-хелат спостерігався найнижчий коефіцієнт небезпеки міді у її листовій масі – 3,06. Найвищий коефіцієнт небезпеки мав варіант удобрення добривом Калій-хелат – 3,69.

Найменший коефіцієнт небезпеки цинку в листовій масі розторопші плямистої мав варіант внесення органомінерального добрива Рост-концентрат – 2,98, а найвищий – за удобрення хелатним добривом Калій-хелат – 8,06.

Результати досліджень доводять біологічну особливість рослин розторопші плямистої поглинати важкі метали у високих концентраціях, значно вищих за встановлені для рослин гранично допустимі нормативи. У разі застосування досліджуваних мінеральних добрив уміст важких металів у рослинах розторопші плямистої може ще більше зростати. Ця залежність пояснюється попередніми дослідженнями хімічного складу листової маси розторопші плямистої, де було виявлено підвищену концентрацію цинку, а також інших речовин, зокрема кальцію, селену, йоду, а загалом – понад 200 речовин [14].

Особливість рослин розторопші плямистої поглинати і накопичувати елементи у підвищених концентраціях робить її унікальною лікарською рослиною. Водночас фармакологічна активність рослин розторопші плямистої залежить переважно від вмісту в рослині комплексу вітамінів та корисних елементів.

Доступність для рослин розторопші плямистої важких металів пов'язана з особливостями ґрунту, які можуть підвищувати їх перехід у рослини. Коріння рослин розторопші плямистої можуть у разі нестачі заліза підвищувати кислотність ґрунту, унаслідок чого нерозчинні важкі метали переходять у розчинний стан. Доведено, що надходження важких металів з ґрунту в рослини зростає за підвищення

кислотності ґрунту. Це відбувається тому, що сполуки важких металів краще розчиняються в кислом середовищі.

Для підвищення біологічної доступності важких металів важливе значення має коренева мікрофлора розторопші плямистої. У коренях рослин сполуки важких металів частково знешкоджуються і переводяться в більш мобільну хімічну форму, після чого вони накопичуються в молодих пагонах рослин розторопші плямистої. Важливе значення для цих перетворень мають мембранні білки, що відповідають за характерні особливості транспорту йонів металів у цитоплазмі і клітинних органелах.

Зазвичай малорозчинні солі важких металів переміщуються судинною системою рослин у вигляді комплексних сполук. За збільшення вмісту важких металів у ґрунті знижується загальна біологічна активність рослин, що різко позначається на особливостях розвитку рослин, різні рослини реагують на надлишок важких металів по-різному. Однак в одній і тій самій частині рослини розторопші плямистої концентрація хімічних елементів істотно змінюється залежно від фази її росту, розвитку і віку. Найбільшою мірою важкі метали накопичуються у листі. Це зумовлено багатьма причинами, одна з яких – локальне накопичення важких металів у результаті переходу їх у малорухливу форму. Наприклад, у разі мідної інтоксикації забарвлення деяких листків розторопші плямистої змінювалося до червоного і буро-коричневого, що свідчило про руйнування хлорофілу.

Величина середніх умістів одного і того самого елемента в різних видах рослин, які ростуть в однакових умовах, часто відрізняється у 2–5 разів. В умовах аномально високих концентрацій певного елемента в середовищі проростання організмів різниця вмісту цього елемента в різних видах рослин зростає. Різ-

ке збільшення вмісту одного або декількох елементів у середовищі переводить їх у розряд токсикантів. Токсичність важких металів пов'язана з їх фізико-хімічними властивостями, зі здатністю до утворення міцних з'єднань з низкою функціональних угруповань на поверхні і всередині клітин.

Отже, найбільш екологічно безпечна листово-сировина розторопші плямистої за вмістом свинцю, кадмію та міді буде спостерігатись за удобрення її посівів хелатним добривом Фосфор-хелат, а за вмістом цинку – за удобрення органіномінеральним добривом Рост-концентрат.

Висновки. Для зниження забруднення листової маси лікарської сировини розторопші плямистої важкими металами, зокрема кадмієм – на 9 % та міддю – на 11 %, необхідно використовувати для її удобрення листове підживлення хелатним добривом Фосфор-хелат з нормою внесення 0,9 л/га. Для зменшення забруднення листової маси цинком на 81 % рекомендується використовувати листове підживлення органіномінеральним добривом Рост-концентрат з нормою внесення 0,5 л/га.

Враховуючи неоднозначний вплив досліджуваних добрив на накопичення важких металів листовою масою рослин розторопші плямистої, доцільним напрямом подальших досліджень є вивчення впливу інших добрив на інтенсивність накопичення важких металів розторопшею плямистою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2017. № 1(134). С. 66–71.
2. Мудрий І.В. Деякі аспекти проблеми вирощування якісної рослинницької продукції при застосуванні мінеральних добрив та методичні підходи щодо токсиколого-гігієнічної їх оцінки. Проблеми харчування. Медична Україна. 2005. № 4. С. 44–47.
3. Гетьманчук А.І. Особливості використання лісових лікарських рослин в умовах радіоактивного забруднення Полісся України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 2005. 23 с.
4. Анищенко Л.В., Подольская Е.Н. Энциклопедия лекарственных растений. М.: АСТ. 2017. 208 с.
5. Розторопша (плоди): лікувальні властивості, дія на організм. URL: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/roztropshi-plody>
6. Кшнікаткіна А.Н., Гущина В.А., Агапкин Н.Д. Рас-торопша пятнистая. Пчеловодство, 2003. № 3. С. 26–27.
7. Розторопша плямиста. Пропозиція. 2008. URL: <https://propozitsiya.com.ua/roztropsha-plyamista>
8. Розторопша є перспективною до вирощування в Україні лікарською рослиною. Суперагроном. 2018. URL: <https://superaconom.com/news/5963-roztropsha>

ye-perspektivnoyu-do-viroschuvannya-vukrayini-likarskoju-roslinoyu

9. Носенко Ю. Розторопша плямиста – «подарунок Діви Марії». Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztropsha-pliamysta-podarunok-divymarii.html>
10. Господаренко Г.М. Агрехімія. Київ: Сік груп Україна. 2018. 560 с.
11. Мікроелементи, їх роль для рослин. 2020. URL: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html>
12. Корчагіна І. Мідь. Значення та застосування у землеробстві. Агроексперт. URL: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvanna-u-zemlerobstvi/>
13. Никитюк Ю.А. Еколого-економічний аналіз сучасного стану ринку лікарської рослинної сировини в Україні. Збалансоване природокористування. 2015. № 1. С. 12–15.
14. Дребот О.І. Світовий досвід розвитку лікарського рослинництва: еколого-економічні аспекти. Збалансоване природокористування. 2018. № 2. С. 142–146.
15. Кондратюк С.С. Метали і людський організм. Металознавство та обробка металів. 2011. № 3. С. 57–64.
16. Важкі метали – найбільш небезпечні елементи. URL: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metali-najbilsh-nebezpechni-elementi/>
17. Metal mixture inhalation (Cd-Pb) and its effects on the bronchiolar epithelium / Fortoul T.I. et al. An ultrastructural approach. Toxicol Ind Health. 2004. № 20 (1–5). P. 69–75.
18. Цинк (Zn) має великий вплив на окислюваль-но-відновні процеси в рослинному організмі. 2020. URL: <https://agro.bio/cink-zn>
19. Цинк. Системний підхід у живленні рослин. URL: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnijpidhid-u-mineralnomu-zhivlenni-roslin/>
20. Разанов С.Ф., Настояща А.М. Ефективність вирощування та використання лікарських рослин в сучасних екологічних умовах довкілля. Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця: ВНАУ. 2017. № 6 (Том 2). С. 141–149.
21. Гамаюнова В.В., Дьомін О.В. Удосконалення окремих агротехнічних прийомів вирощування розторопші плямистої в умовах півдня України. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. 2015. № 1 (47). Т. 1. С. 139–144.
22. Тарасюк В.А., Хоміна В.Я. Вплив агротехнічних заходів на густоту стояння рослин розторопші плямистої. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 105–108.
23. Воронцов В.Т., Опара М.М. Досвід вирощування розторопші плямистої на невеликих ділянках та використання її з метою оздоровлення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 41–45.
24. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навчальний посібник / Ушкаренко В.О. та ін. Херсон: Грін Д.С., 2018. 448 с.

REFERENCES

1. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P. (2017). Intensity of chemicalization of agriculture as a prerequisite for pollution of medicinal plants in Ukraine. *Superaconom*. 2018. URL: <https://superaconom.com/news/5963-roztropsha>

zernovoi produktsii vazhkymy metalamy [Intensive chemicalization of agriculture as a prerequisite for contamination of grain products with heavy metals]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, no. 1(134), pp. 66–71.

2. Mudryi, I.V. (2005). Deiaki aspekty problemy vyroshchuvannya yakisnoi roslynnytskoi produktsii pry zastosuvanni mineralnykh dobryv ta metodychni pidkhody shchodo toksykoloho-hihiienichnoi yikh otsinky [Some aspects of the problem of growing quality crop products using mineral fertilizers and methodological approaches to their toxicological and hygienic assessment]. Problemy kharchuvannya. Medychna Ukraina [Nutrition problems. Medical Ukraine], no. 4, pp. 44–47.

3. Hetmanchuk, A.I. (2005). Osoblyvosti vykorystannia lisovykh likarskykh roslyn v umovakh radioaktyvnoho zabrudnennia Polissia Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk [Features of the use of forest medicinal plants in the conditions of radioactive contamination of Polissya of Ukraine: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Kharkiv, 23 p.

4. Anyshchenko, L.V., Podolskaia, E.N. (2017). Entsyklopediia lekarstvennykh rastenyi [Encyclopedia of medicinal plants]. Moscow, AST, 208 p.

5. Roztoropsha (plody): likuvalni vlastyvoli, diia na orhanizm [Thistle (fruit): medicinal properties, effect on the body]. Available at: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/roztropshi-plody>

6. Kshnykatkyna, A.N., Hushchyna, V.A., Ahapkyn, N.D. (2003). Rastropsha piatnystaia [Thistle spotted]. Pchelovodstvo [Beekeeping], no. 3, pp. 26–27.

7. Roztoropsha pliamysta [Thistle spotted]. Propozytsiia [Offer], 2008. Available at: <https://propozitsiya.com.ua/roztropsha-plyamista>

8. Roztoropsha ye perspektyvnoiu do vyroshchuvannya v Ukraini likarskoiu roslynoiu [Thistle is a promising medicinal plant in Ukraine]. Superahronom [Superagron], 2018. Available at: <https://superagronom.com/news/5963-roztropsha-ye-perspektivnoyu-do-viroshchuvannya-vukrayini-likarskoyu-roslynou>

9. Nosenko, Yu. (2019). Roztoropsha pliamysta – «podarunok Divy Marii» [Milk thistle – «gift of the Virgin Mary»]. Ahrobiznes sohodni [Agribusiness today]. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ekspertna-dumka/item/8201-roztropsha-plyamysta-podarunok-divymarii.html> (Accessed 15.09.2020).

10. Hospodarenko, H.M. (2018). Ahrokhimiia [Agrochemistry]. Kyiv, Juice of groups Ukraine, 560 p.

11. Mikroelementy, yikh rol dlia roslyn [Trace elements, their role for plants], 2020. Available at: <http://artahg.com.ua/statti/mikroelementy-yikh-rol-dlya-roslyn.html>

12. Korchahina, I. Mid. Znachennia ta zastosuvannya u zemlerobstvi [Copper. Significance and application in agriculture]. Ahroekspert [Agroexpert]. Available at: <https://agroexpert.ua/mid-znacenna-ta-zastosuvannya-u-zemlerobstvi/>

13. Nykytiuk, Yu.A. (2015). Ekoloho-ekonomichniy analiz suchasnoho stanu rynku likarskoi roslynnoi syrovyny v Ukraini [Ecological and economic analysis of the current state of the market of medicinal plant raw materials in Ukraine]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management], no. 1, pp. 12–15.

14. Drebot, O.I. (2018). Svitovyi dosvid rozvytku likarskoho roslynnytstva: ekoloho-ekonomichni aspekty [World experience in the development of medicinal plants: environmental and economic aspects]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management], no. 2, pp. 142–146.

15. Kondratiuk, S.Ie. (2011). Metaly i liudskyi orhanizm [Metals and the human body]. Metaloznavstvo ta obrobka metaliv [Materials science and metal processing], no. 3, pp. 57–64.

16. Vazhki metaly – naibilsh nebezpechni element [Heavy metals are the most dangerous elements]. Available at: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metali-naibilsh-nebezpechni-elementi/>

17. Fortoul, T.I. (2004). Metal mixture inhalation (Cd-Pb) and its effects on the bronchiolar epithelium. An ultrastructural approach. Toxicol Ind Health. no. 20 (1–5), pp. 69–75.

18. Tsynk (Zn) maie velykyi vplyv na okysliuvalno-vidnovni protsesy v roslynnomu orhanizmi [Zinc (Zn) has a great influence on redox processes in the plant body]. 2020. Available at: <https://agro.bio/cink-zn>

19. Tsynk. Systemnyi pidkhid u zhyvlenni roslyn [Zinc. System approach in plant nutrition]. Available at: <https://www.agroone.info/publication/cink-sistemnijpidhid-uminalnomu-zhyvlenni-roslyn/>

20. Razanov, S.F., Nastoiascha, A.M. (2017). Efektyvnist vyroshchuvannya ta vykorystannia likarskykh roslyn v suchasnykh ekolohichnykh umovakh dovkillia [Efficiency of cultivation and use of medicinal plants in modern ecological environmental conditions]. Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo: zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Agriculture and Forestry: collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University]. Vinnytsia, VNAU, no. 6, Vol. 2, pp. 141–149.

21. Hamaiunova, V.V., Domin, O.V. (2015). Udoskonalennia okremykh ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi v umovakh pivdnia Ukrainy [Improvement of some agrotechnical methods of growing milk thistle in the south of Ukraine]. Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University], no. 1 (47), Vol. 1, pp. 139–144.

22. Tarasiuk, V.A., Khomina, V.Ia. (2014). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na hustotu stoiannia roslyn roztoropshi pliamystoi [Influence of agrotechnical measures on the stocking density of milk thistle plants]. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets]. Vol. 21, pp. 105–108.

23. Vorontsov, V.T., Opara, M.M. (2010). Dosvid vyroshchuvannya roztoropshi pliamystoi na nevelykykh diliankakh ta vykorystannia yii z metoiu ozdorovlennia [Experience in growing milk thistle in small areas and using it for recovery]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 2, pp. 41–45.

24. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2018). Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyi posibnyk [Methods of field experiment (irrigated agriculture)]. Kherson, Hrin D.S., 448 p.

Интенсивность накопления тяжелых металлов листковой массой расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими удобрениями

Разанов С.Ф., Ткачук А.П., Разанова А.М.

Исследована интенсивность накопления тяжелых металлов в листовой массе расторопши пятнистой при ее удобрении новейшими видами удобрений и проведена оценка экологической безопасности такого сырья.

Закладывали два опыта: влияние удобрения расторопши пятнистой удобрением Рост-концентрат на интенсивность накопления тяжелых металлов; влияние удобрения расторопши пятнистой удобрениями Фосфор-хелат и Калий-хелат на интенсивность накопления тяжелых металлов.

Использование для удобрения посевов расторопши пятнистой хелатного удобрения Фосфор-хелат приводит к снижению загрязнения ее листовой массы кадмием и медью в 1,1 раза по сравнению с вариантом без удобрения ее посевов, а рост концентрации свинца и цинка по сравнению с контролем незначительный и находится в пределах погрешности опыта. Применение удобрения посевов расторопши пятнистой хелатного удобрения Калий-хелат способствует уменьшению загрязнения ее листовой массы кадмием по сравнению с контролем, а изменение ее загрязнения медью находится в пределах погрешности. В то же время замена удобрения Рост-концентрат на Фосфор-хелат или Калий-хелат при удобрении посевов расторопши пятнистой приведет к снижению загрязнения ее листовой массы свинцом, кадмием и медью, но увеличит загрязнение цинком по сравнению с контролем.

Наиболее экологически безопасное листовое сырье расторопши пятнистой по содержанию свинца, кадмия и меди будет наблюдаться при удобрении ее посевов хелатным удобрением Фосфор-хелат, а по содержанию цинка – при удобрении органоминеральным удобрением Рост-концентрат.

Для снижения загрязнения листовой массы лекарственного сырья расторопши пятнистой тяжелыми металлами, в частности кадмием – на 9 % и медью – на 11 %, необходимо использовать для ее удобрения хелатное удобрение Фосфор-хелат. Для уменьшения загрязнения листовой массы цинком на 81 % рекомендуется использовать органоминеральное удобрение Рост-концентрат.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, лекарственное сырье, экологическая безопасность, тяжелые металлы, загрязнение, удобрения.

The intensity of heavy metals accumulation by the milk thistle leaf mass under its fertilization with the latest fertilizers

Razanov S., Tkachuk O., Razanova A.

The aim of the research is to study the intensity of heavy metals accumulation in milk thistle leaf mass under fertilization with the latest types of fertilizers and to assess the environmental safety of such raw materials.

Two experiments were laid in the research: the effect of fertilizing milk thistle with organo-mineral fertilizer Growth-concentrate on the intensity heavy metals accumulation by its leaf mass; the effect of fertilizing milk thistle with chelated fertilizers Phosphorus-chelate and Potassium-chelate on the intensity on heavy metals accumulation by the leaf mass.

The use of a chelated Phosphorus chelate fertilizer for the fertilization of milk thistle crops leads to a 1.1 times decrease in the contamination of its leaf mass with cadmium and copper in comparison with the option without fertilizing its crops, and the increase in the concentration of lead and zinc compared to the control is insignificant and is within the range errors of experience. The use of fertilization of crops of milk thistle chelated fertilizer Potassium-chelate helps to reduce the contamination of its leaf mass with cadmium compared to the control, and the change in its contamination with copper is within the margin of error. At the same time, replacing the Growth-concentrate fertilizer with Phosphorus-chelate or Potassium-chelate when fertilizing milk thistle crops will lead to a decrease in the contamination of its leaf mass with lead, cadmium and copper, but will increase the contamination with zinc, compared to the control.

The most environmentally safe leaf raw material of milk thistle in terms of lead, cadmium and copper content will be observed when fertilizing its crops with chelated fertilizers Phosphorus-chelate, and in terms of zinc content – when fertilizing with organo-mineral fertilizer Growth-concentrate.

It is advisable to use Phosphorus-chelate fertilizer for the plant fertilization to reduce the contamination of the leaf mass of the medicinal raw material of milk thistle with heavy metals, in particular cadmium – by 9 % and copper – by 11 %, To reduce contamination of the leaf mass with zinc by 81 %, it is recommended to use the organic-mineral fertilizer Growth-concentrate.

Key words: milk thistle, medicinal raw materials, environmental safety, heavy metals, pollution, fertilizers.



Copyright: Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Разанов С.Ф.
Ткачук О.П.
Разанова А.М.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-4883-2696>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

Наукове видання

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 2 (161) 2020

Редактор І.М. Вергелес
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ № 15168-3740Р від 03.03.2009 р.

Формат 60¹/₈. Ум.др.арк. 19,9. Зам. 7069. Тираж 300.

Підписано до друку 24.11.2020р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,

09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,

e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру

видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.