

УДК 504.5:631.4 (477.44)

**МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ
ГРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ
НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ ДІЛЯНКИ
В НДГ «АГРОНОМІЧНЕ»
ВІННИЦЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

В.А. МАЗУР, канд. с.-г. наук,
доцент, ректор ВНАУ, віце-
президент ННБК «Всеукраїнський
науково-навчальний консорціум»
О. І. ВРАДІЙ, асистент
Вінницький національний аграрний
університет

Досліджено інтенсивність забруднення ґрунтів різних сільськогосподарських угідь важкими металами та фізико-хімічні показники ґрунту в умовах науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Виявлено, що вміст гумусу становить 2,43 %, лужногідролізованого азоту – 75 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію відповідно – 174,5 і 120 мг на 1 кг ґрунту, рН сольової витяжки – 5,4. Встановлено, що на сільськогосподарських угіддях, де вирощували однорічні культури, такі як пшениця озима, концентрація свинцю, кадмію, міді і цинку була нижча за ГДК у 46,1, 41,2, 21,4 та 82,1 рази відповідно. На сільськогосподарських угіддях, де вирощують сою у ґрунті концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку була нижча за ГДК у 50,0, 12,9, 37,5 та 100 рази відповідно.

На угіддях, де вирощують багаторічні бобові культури, а саме конюшину рожеву, концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку також була нижча за ГДК у 60,0, 18,9, 20,0 та 85,1 рази відповідно. Таж сама тенденція спостерігалась на сільськогосподарських угіддях, де вирощували еспарцет. Концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку нижча за ГДК у 54,5, 280,0, 23,1 та 95,8 рази.

Ключові слова: ґрунт, важкі метали, свинець, цинк, мідь, кадмій, гумус, моніторинг, забруднення, концентрація.

Табл. 3. Літ. 10.

Постановка проблеми. Ґрунт – унікальний незамінний природний ресурс, накопичувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людини, а також природний індикатор забруднення навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів важкими металами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки в зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище [1].

Природне забруднення ґрунтів є результатом надходженням важких металів та їх різних форм з материнських порід та глибинних рудних родовищ корисних копалин. Основними природними джерелами важких металів для ґрунтів є гірські породи. Набір і склад у них хімічних елементів визначає хімічні властивості ґрунтів. У результаті складних біохімічних і геохімічних процесів, що протікають у ґрунті, відбувається перерозподіл окремих елементів

між генетичними горизонтами, при цьому властивості, успадковані ґрунтом від породи, зберігаються [1]. Тому дослідження, проведені нами на земельних ресурсах в умовах науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, що входять до ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» мають важливе значення для подальших наукових робіт.

Сьогодні важкі метали посідають одне з перших місць серед техногенних забруднювачів навколишнього середовища. Потужними джерелами забруднення всіх компонентів довкілля є крупні індустріально розвинені агломерації. Несприятливий вплив різноманітних важких металів призводить до збільшення рівня смертності, захворюваності, погіршення фізичного розвитку та подальшого поширення преморбідних станів живих організмів, тому досліджувана тема є актуальною [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень П. А. Кучинського, Л. П. Яневської [3], А. Миронець [4], И. И. Назаренко [5] в умовах інтенсивного антропогенного навантаження велика частина ґрунтового покриву різною мірою піддається деградації, яка може бути зумовлена різними факторами. Сутність цього явища полягає в погіршенні основних властивостей, що ускладнює виконання ґрунтом його головних функцій. Міські ґрунти формуються сумісною дією зонально-кліматичних і антропогенних факторів, які діють на ґрунт як прямо, у вигляді способів землекористування, так і опосередковано – зміною чинників ґрунтоутворення. Специфічні властивості міських ґрунтів зумовлені надзвичайно сильною дією антропотехногенних процесів: забрудненням різними хімічними речовинами, уламками будівельних матеріалів, інтенсивним рекреаційним навантаженням, накопиченням культурного шару тощо.

За даними Національного центру Інституту ґрунтознавства і агрохімії НААН України, нині близько 20% території України забруднено важкими металами [6].

Як зазначає В.М. Гришко [7] ґрунти потребують постійного тривалого екологічного обстеження (моніторингу). Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення в Україні бере початок із середини 60-х рр. минулого століття. Періодичність обстеження орного шару кожні три – п'ять років на всіх землях, що належать до ріллі, сінокосів та пасовищ, поклала початок традиційного в сучасному розумінні моніторингу земель сільськогосподарського призначення. Тому моніторинг показників родючості ґрунтів сьогодні є найбільш досконалим та відпрацьованим напрямом якісного і кількісного оцінювання ґрунтового покриву, який використовується в сільськогосподарській діяльності та слугує важливим інструментом для розроблення стратегії управління його продуктивністю й запобігання деградації.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводить Міністерство аграрної політики та продовольства України у

взаємодії з іншими виконавцями: Міністерством екології та природних ресурсів України, Держводагентством України, Держземагенством України та науково-дослідними установами Української академії аграрних наук землеохоронного профілю [8].

О.П. Ткачук [9, 10] зазначає, що залежно від рівня хімізації, специфіки господарства і мети досліджень агрохімічне дослідження ґрунтів проводять в Україні один раз на 4-5 років за угодою з господарством державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Вибір пріоритетних металів, вміст яких слід контролювати, ґрунтується на таких факторах:

- рівень токсичності металу, яка характеризується величиною ГДК;
- фізико-хімічні властивості металу, які визначають його поведінку в ґрунтах, міграцію у природні води та рослини;
- співвідношення між регіональними фоновим вмістом металу в ґрунті й надходженням його в ґрунт внаслідок антропогенної діяльності.

Мета статті – дослідити фізико-хімічні показники ґрунтів та інтенсивність їх забруднення важкими металами в умовах науково-дослідної ділянки НДГ «Агрономічне», що входить до земельних ресурсів ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум».

Виклад основного матеріалу. Дослідження з вивчення накопичення важких металів в ґрунтах проводили на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету, яке розташоване у центральній частині Вінницької області та входить до земель ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». Територія дослідного поля має рівний рельєф. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовими середньо-суглинковими ґрунтами. За морфологічними ознаками, фізичними та фізико-хімічними показниками вони є типовими для Вінницької області та в цілому для Лісостепу Правобережного та сприятливі для вирощування різних сільськогосподарських культур. Сірі лісові ґрунти займають проміжне місце між ясно- і темно-сірими ґрунтами, глибина орного шару ґрунту – 30 см, середньо-суглинкового гранулометричного складу, грудочкуватої структури. Його щільність – 1,32-1,4 г/см³.

За даними агрохімічного обстеження орний шар ґрунту має такі фізико-хімічні показники: вміст гумусу (за Тюрінім) становить 2,43 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 75 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чириковим) відповідно 174,5 і 120 мг на 1 кг ґрунту, рН сольової витяжки 5,4 (результати аналізу подані в табл. 1).

Аналізуючи забруднення ґрунтів важкими металами (табл. 2) необхідно відмітити, що на сільськогосподарських угіддях, де вирощували однорічні культури, такі як пшениця озима, концентрація свинцю, кадмію, міді і цинку була нижча за ГДК у 46,1, 41,2, 21,4 та 82,1 рази відповідно.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники ґрунту науково-дослідної ділянки в НДГ
«Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету**

№ зразка	Вміст гумусу, %	pH	N, мг/кг	P, мг/кг	K, мг/кг
1	2,41	5,4	74	175	121
2	2,42	5,3	76	174	122
3	2,44	5,5	76	176	120
4	2,45	5,6	75	173	118
Середнє	2,43	5,4	75	174,5	120

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

На сільськогосподарських угіддях, де вирощують сою у ґрунті концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку була нижча за ГДК у 50,0, 12,9, 37,5 та 100 рази відповідно. На угіддях, де вирощують багаторічні бобові культури, а саме конюшину рожеву концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку також була нижча за ГДК у 60,0, 18,9, 20,0 та 85,1 рази відповідно. Та ж сама тенденція спостерігалась на сільськогосподарських угіддях, де вирощували еспарцет. Концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку нижча за ГДК у 54,5, 28,0, 23,1 та 95,8 рази.

Таблиця 2

Інтенсивність забруднення важкими металами ґрунтів науково-дослідної ділянки НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету

Сільськогосподарські угіддя	Важкі метали							
	Свинець	ГДК	Кадмій	ГДК	Мідь	ГДК	Цинк	ГДК
Однорічні культури: озима пшениця	0,13±0,02	6,0	0,017±0,001	0,7	0,14±0,02	3,0	0,28±0,01	23
Соя	0,12±0,01	6,0	0,054±0,001	0,7	0,08±0,01	3,0	0,23±0,01	23
Багаторічні бобові культури: конюшина рожева	0,10±0,02	6,0	0,037±0,001	0,7	0,15±0,02	3,0	0,27±0,02	23
Еспарцет	0,11±0,01	6,0	0,025±0,001	0,7	0,13±0,02	3,0	0,24±0,02	23

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

Водночас виявлено, що свинцю було менше у ґрунтах, на яких вирощували багаторічні бобові культури, а саме конюшину рожеву. У ґрунтах, на яких вирощували пшеницю озиму, сою та еспарцет концентрація свинцю була нижча у 1,3, 1,2 та 1,1 рази порівняно з ґрунтами, де вирощували конюшину рожеву. Концентрація кадмію найнижча була в ґрунтах, на яких вирощували озиму пшеницю порівняно із ґрунтом, де вирощували сою, конюшину рожеву та еспарцет у 3,1, 2,1 та 1,4 рази відповідно. Найнижчий вміст міді спостерігався на ґрунтах, де вирощували сою, порівняно з ґрунтом на якому вирощували озиму пшеницю, конюшину рожеву та еспарцет у 1,7, 1,8 та 1,6 рази відповідно. Цинку було найменше у ґрунтах, де вирощували сою

порівняно з ґрунтом, де вирощували озиму пшеницю, конюшину рожеву та еспарцет у 1,2, 1,1 та 1,0 рази відповідно.

Аналізуючи показники коефіцієнту небезпечності важких металів (табл. 3), видно, що на сільськогосподарських угіддях, де вирощували однорічні культури найвищий коефіцієнт небезпечності спостерігався по міді. Зокрема

Таблиця 3

Коефіцієнт небезпечності важких металів

Сільськогосподарські угіддя	Важкі метали			
	Свинець	Кадмій	Мідь	Цинк
Однорічні культури: озима пшениця	0,021	0,02	0,04	0,01
Соя	0,02	0,07	0,02	0,01
Багаторічні бобові культури: конюшина рожева	0,01	0,05	0,05	0,01
Еспарцет	0,01	0,03	0,04	0,01

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

він був вищий порівняно зі свинцем, кадмієм та цинком у 1,9, 2,0 та 4,0 рази відповідно. На угіддях, де вирощують сою, найвищий коефіцієнт небезпечності був по кадмію. Він був вищим порівняно зі свинцем, міддю та цинком у 3,5, 3,5 та 7,0 рази відповідно. На сільськогосподарських угіддях, де вирощують конюшину рожеву коефіцієнт небезпечності найвищий спостерігався по кадмію і міді. Він був більшим порівняно зі свинцем та цинком у 5 разів. Там, де вирощували еспарцет найвищий коефіцієнт небезпечності був по міді. Зокрема порівняно зі свинцем, кадмієм та цинком у 4, 1,3 та 4,0 рази відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У досліджуваних ґрунтах одержаних з території НДГ «Агрономічне», що входять до земельних ресурсів ННВК «Всеукраїнський науково-начальний консорціум» та розташовані в центральній частині Вінницької області виявлено такі фізико-хімічні показники: вміст гумусу становить 2,43 %, лужногідролізованого азоту – 75 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію відповідно –174,5 і 120 мг на 1 кг ґрунту, рН сольової витяжки – 5,4. При дослідженні ґрунтів на вміст важких металів було виявлено, що на сільськогосподарських угіддях, де вирощували однорічні культури, такі як пшениця озима, концентрація свинцю, кадмію, міді і цинку була нижча за ГДК у 46,1, 41,2, 21,4 та 82,1 рази відповідно. На сільськогосподарських угіддях, де вирощують сою у ґрунті концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку була нижча за ГДК у 50, 12,9, 37,5 та 100 рази відповідно. На угіддях, де вирощують багаторічні бобові культури, а саме конюшину рожеву концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку також була нижча за ГДК у 60,0, 18,9, 20,0 та 85,1 рази відповідно. Таж сама тенденція спостерігалась на сільськогосподарських угіддях, де вирощували еспарцет. Концентрація свинцю, кадмію, міді та цинку нижча за ГДК у 54,5, 28,0, 23,1 та

95,8 рази. Отже, дані сільськогосподарські землі не забрудненні важкими металами, тому сприятливі для вирощування різних сільськогосподарських культур для отримання екологічно чистої продукції, а також проведення на цих землях подальших наукових досліджень.

Список використаної літератури

1. Кирпичников Н.А., Черных Н.А., Черных И.Н. Влияние антропогенных факторов на распределение тяжелых металлов в почвах ландшафтов юга Московской области. *Агрохимия*. 1993. № 2. С. 93-101.
2. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К.: Наукова думка. 2002. 213 с.
3. Кучинский П.А., Яневская Л.П. Почвы Черновицкой области и определение потребности их в удобрениях. Львов: Каменяр. 1965. 209 с.
4. Миронец А. Антропогенез ґрунтів міста Чернівці. *Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону*. 2005. С. 203-205.
5. Назаренко И.И., Польшина С.М., Смага И.С. Генетические особенности буровато-подзолистых почв Предкарпатья при различном использовании. *Почвоведение*. 1996. №10. С. 1167-1175.
6. Забруднення ґрунту важкими металами. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=7323911>.
7. Гришко В.М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека. Донецьк: Донбас. 2012. 304 с.
8. Закон України “Про охорону земель” від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/962-15>.
9. Ткачук О.П. Ботаніко-морфологічні особливості бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов безпокритої сівби. *Вісник Дніпро-го держ. аграрно-економічного у-ту*. 2016. № 240. С. 10-13.
10. Ткачук О.П. Використання багаторічних бобових трав для зниження вмісту важких металів у ґрунті. *Наук.-практ. журнал «збалансоване природокористування»*. 2015. №4. С. 138-140.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Kurychnykov N.A., Chernykh N.A., Chernykh Y.N. (1993). Vlyaniye antropogennykh faktorov na raspredeleniye tiazhelykh metallov v pochvakh landshaftov yuha Moskovskoi oblasti [*Influence of anthropogenic factors on the distribution of heavy metals in soils of landscapes in the south of the Moscow region*]. *Ahrokhymyia – Agrochemistry*. 2. 93-101 [in Russian].
2. Zhovynskiy E.Ya., Kuraeva Y.V. (2002). Neokhymyia tiazhelykh metallov v pochvakh Ukrainy [*Geochemistry of Heavy Metals in Soils of Ukraine*]. K.: Nauk. Dumka. [in Ukrainian].
3. Kuchynskiy P.A., Yanevskaya L.P. (1965). Pochvy Chernovytskoi oblasti yu opredeleniye potrebnosti ykh v udobreniyakh [*Soils of the Chernivtsi region and determination of their need for fertilizers*]. Lvov: Kameniar. [in Ukrainian].

4. Myronets A. (2005). Antropohenez gruntiv mista Chernivtsi [Anthropogenesis of the soil of Chernivtsi]. Landshafty ta heoekolohichni problemy Dnistrovsko-Prutskoho rehionu – Landscapes and geo-environmental problems of the Dniester-Prut region, 203-205 [in Ukrainian].

5. Nazarenko Y.Y., Polchyna S.M., Smaha Y.S. (1996). Henetycheskye osobennosti burovato-podzolystykh pochv Predkarpatia pry razlychnom yspolzovanuy [Genetic features of brownish-podzolic soils of Precarpathia under various uses]. Pochvovedenye – Soil science. 10. 1167-1175 [in Ukrainian].

6. Zabrudnennia gruntu vazhkymy metalamy (2016). [Soil contamination by heavy metals]. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=7323911> [in Ukrainian].

7. Hryshko V.M. (2012). Vazhki metaly: nadkhodzhennia v grunty, translokatsiia u roslynakh ta ekolohichna bezpeka [Heavy metals: soil retrieval, translocation in plants and ecological safety]. Donetsk: Donbas. [in Ukrainian].

8. Zakon Ukrainy "Pro okhoronu zemel" vid 19.06.2003 № 962-IV (2003). [Law of Ukraine "On Protection of Land" of 19.06.2003 № 962-IV]. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/962-15> [in Ukrainian].

9. Tkachuk O.P. (2016). Botaniko-morfolohichni osoblyvosti bobovykh bahatorichnykh trav zalezho vid ekolohichnykh umov bezpokryvnoi sivby [Botanical and morphological features of legumes of perennial grasses depending on ecological conditions of non-perennial sowing]. Visnyk Dnipro-ho derzh. ahrarno-ekonomichnoho u-tu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University. 240. 10-13 [in Ukrainian].

10. Tkachuk O.P. (2015). Vykorystannia bahatorichnykh bobovykh trav dlia znyzhennia vmistu vazhkykh metaliv u hrunti [The use of perennial legumes to reduce the content of heavy metals in the soil]. Nauk.-prakt. zhurnal «Zbalansovane pryrodokorystuvannia» – Science-practical journal «Balance Nature Challenger». Kyiv. 2015. 138-140 [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УЧАСТКА В УОХ «АГРОНОМИЧЕСКОЕ» ВИННИЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Исследована интенсивность загрязнения почв различных сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами и физико-химические показатели почвы в условиях научно-исследовательского участка в НИХ «Агрономическое» Винницкого национального аграрного университета. Выявлено, что содержание гумуса составляет 2,43%, лужногидролизованного азота – 75 мг/кг, подвижного фосфора и обменного калия соответственно – 174,5 и 120 мг на 1 кг почвы, рН солевой вытяжки 5,4. Выявлено, что на сельскохозяйственных угодьях, где выращивали однолетние культуры, такие как пшеница озимая, концентрация свинца, кадмия, меди и цинка была ниже ПДК в 46,1, 41,2, 21,4 и 82,1 раза соответственно. На сельскохозяйственных угодьях, где выращивают сою в

почве концентрация свинца, кадмия, меди и цинка была ниже ПДК в 50,0, 12,9, 37,5 и 100 раза соответственно. На угодьях, где выращивают многолетние бобовые культуры, а именно клевер розовый концентрация свинца, кадмия, меди и цинка также была ниже ПДК в 60,0, 18,9, 20,0 и 85,1 раза соответственно. Та же тенденция наблюдалась на сельскохозяйственных угодьях, где выращивали эспарцет. Концентрация свинца, кадмия, меди и цинка ниже ПДК в 54,5, 28,0 23,1 и 95,8 раза. Таким образом, данные сельскохозяйственные земли не загрязненные тяжелыми металлами, поэтому благоприятны для выращивания различных сельскохозяйственных культур для получения экологически чистой продукции, а также проведения на этих землях дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: почва, тяжелые металлы, свинец, цинк, медь, кадмий, гумус, мониторинг, загрязнения, концентрация.

Табл. 3. Лит. 10.

ANNOTATION

MONITORING OF SOILS POLLUTION BY HEAVY METALS IN SCIENTIFIC AND RESEARCH PLOT IN THE EDUCATIONAL AND RESEARCH FARM «AGRONOMICHE» OF THE VINNITSIA NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY

Soil is a unique indispensable natural resource, a solar energy storage, a basis for the life of plants, animals and humans, as well as a natural indicator of pollution of the environment. Soil contamination by heavy metals causes global interest on the part of modern science because of an increase in technogenic impact on the environment. Natural pollution of soils is due to the arrival of heavy metals and their various forms from maternal rocks and deep ore minerals. Rocks are the main natural sources of heavy metals for soils. The set and composition of their chemical elements define the chemical properties of soils. As a result of complex biochemical and geochemical processes occurring in the soil, there is a redistribution of individual elements between the genetic horizons, while the properties inherited by the soil from the breed are preserved. Today heavy metals are ones of the first technogenic pollutants of the environment. The large industrialized agglomerations are powerful sources of pollution of all components of the environment. The adverse effect of various heavy metals leads to an increase in mortality, morbidity, deterioration of physical development and the further spread of premorbid conditions. The intensity of soil contamination of various agricultural lands with heavy metals and the physical and chemical parameters of soil in the conditions of the research area of VNAU at the Educational and Productive Complex "Agronomichne" was investigated. The humus content was found to be 2,43%, alkaline hydrolyzed nitrogen – 75 mg/kg, mobile phosphorus and exchangeable potassium – 174,5 and 120 mg per 1 kg of soil, respectively; pH of salt extract was 5,4. It was found that the concentration of lead, cadmium, copper and zinc was lower than the MPCs by 46,1, 41,2, 21,4 and 82,1 times, respectively, in the agricultural

areas where such annual crops as winter wheat were grown. In the areas where soybeans are grown, the concentrations of lead, cadmium, copper and zinc in the soil were lower than the MPCs by 50,0, 12,9, 37,5 and 100 times, respectively. In the areas where perennial legumes are grown, namely the pink clover, the concentration of lead, cadmium, copper and zinc was also lower than the MPCs by 60,0, 18,9, 20,0 and 85,1 times, respectively. The same tendency was observed in the agricultural areas where the sainfoin was grown. The concentration of lead, cadmium, copper and zinc was lower than the MPCs by 54,5, 28,0, 23,1 and 95,8 times, respectively. Consequently, the agricultural land data are not contaminated with heavy metals, therefore, they are favorable for the cultivation of different crops for the production of environmentally friendly products, as well as further research on these lands.

Keywords: soil, heavy metals, lead, zinc, copper, cadmium, humus, monitoring, contamination, concentration, ESPC “All-Ukrainian Scientific-Educational Consortium”.

Tabl. 3. Lit. 10.

Інформація про авторів

Мазур Віктор Анатолійович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур, ректор Вінницького національного аграрного університету, віце-президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: rector@vsau.org).

Врадій Оксана Ігорівна – асистент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: oksanavradii@gmail.ru).

Мазур Віктор Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур, ректор Винницкого национального аграрного университета, вице-президент УНПК «Всеукраинский научно-учебный консорциум» (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: rector@vsau.org).

Врадий Оксана Игоревна – ассистент кафедры экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета, (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: oksanavradii@gmail.ru).

Mazur Viktor Anatoliyovych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Plant Growing, Breeding and Bioenergetic Cultures Department, Rector of the Vinnytsia National Agrarian University, Vice-President of the All-Ukrainian scientific-training consortium (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).

Vradiy Oksana Ihorivna – Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: vradiy_oksana@mail.ru).