

УДК 574.64:633.11:633.31/.37  
DOI: 10.37128/2707-5826-2020-2-15

**ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ  
ВИКОРИСТАННЯ БОБОВИХ  
БАГАТОРІЧНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ  
ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ**

**С.Ф. РАЗАНОВ**, доктор с.-г. наук,  
професор  
Вінницький національний аграрний  
університет

*Метою досліджень було вивчити вплив включення у сівозміну різних видів бобових багаторічних трав, як попередників пшениці озимої, на інтенсивність накопичення важких металів у ґрунті порівняно з традиційними попередниками пшениці озимої. Завданнями досліджень було розробити заходи зниження накопичення важких металів у ґрунтах сільськогосподарського призначення в умовах сучасної сівозміни, обмеженої кількістю вирощуваних культур та зерні пшениці озимої.*

*Розраховували накопичення важких металів у ґрунтах за вирощування основних культур сівозміни за інтенсивного їх удобрення. Визначали концентрацію важких металів у ґрунті до та після вирощування бобових попередників. Польові дослідження проводили впродовж 2013-2017 рр. на сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Розраховували обсяги надходження важких металів з оптимальними нормами внесення мінеральних добрив під найпоширеніші види вирощуваних культур у сівозміні. Висівали чотири види бобових багаторічних трав: люцерну посівну, конюшину лучну, лядвенець рогатий, еспарцет піщаний та козлятник східний. Після їх чотирьохрічного використання висівали пшеницю озиму.*

*Контролем були попередники в наступній послідовності: пшениця озима – соняшник – пшениця озима – кукурудза. Лабораторні дослідження вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті проводили у Вінницькій філії Державного центру охорони родючості ґрунтів. Встановлено позитивний вплив вирощування бобових багаторічних трав на зниження концентрації важких металів у ґрунті та зерні пшениці озимої. В умовах інтенсивного землеробства Вінниччини за використання мінеральних добрив в ґрунт потрапляє свинцю і кадмію відповідно 1944 мг/га і 339 мг/га за вирощування пшениці озимої, 2357 мг/га і 434 мг/га за вирощування кукурудзи, 1458 мг/га і 327 мг/га за вирощування ячменю ярого, 2223 мг/га і 390 мг/га за вирощування соняшнику.*

*Чотирьохрічне вирощування бобових багаторічних трав в умовах інтенсивного землеробства знизило концентрацію в ґрунтах свинцю від 1,33 до 3,2 рази та кадмію від 37 до 54 разів порівняно із злаковими зерновими культурами, що сприяло підвищенню якості зерна пшениці озимої, знизивши в ньому концентрацію свинцю від 1,7 до 2,4 рази та кадмію від 1,4 разів до 2,1 рази.*

**Ключові слова:** бобові трави, попередники, пшениця озима, важкі метали, забруднення.

**Табл. 3. Літ. 6.**

**Постановка проблеми.** Інтенсифікація землеробства передбачає високий рівень хімізації, зокрема використання мінеральних добрив, пестицидів, гербіцидів, стимуляторів росту рослин та інших речовин. Практика показує, що з року в рік обсяги використання хімічних речовин в рослинництві зростають. Однією із основних причин зростання обсягів використання хімічних речовин у рослинництві є порушення сівозмін, зниження, а у деяких випадках зведення до мінімуму використання органіки, нові інтенсивні технології вирощування рослин та інше [1, 2]. За таких умов спостерігається певне забруднення сільськогосподарських угідь, а також і продукції рослинництва різними токсикантами, зокрема і важкими металами в окремих випадках понад допустимі рівні. Важкі метали мають властивість переміщення по трофічному ланцюгу потрапляючи в рослини понад допустимі рівні. Вони порушують процеси вегетації знижуючи їх продуктивність, а накопичуючись у зерні підвищують небезпеку даної продукції [3, 4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання зернової продукції як сировини харчового спрямування населення підсилює розвиток різних захворювань. Зокрема встановлено, що навіть при низькому рівні концентрації свинцю в крові людини виникають серйозні порушення метаболізму. При надмірному надходженні свинцю до організму людини виникає його токсична дія. Ураження організму кадмієм викликає зниження захисних функцій та ураження кісткової тканини і нирок та інше [5, 6]. Тому за таких умов для зниження надходження важких металів харчовими ланцюгами виникає потреба у розробці способів підвищення екологічної безпеки продовольчої сировини, зокрема і зерна злакових.

Завданнями досліджень було розробити заходи зниження накопичення важких металів у ґрунтах сільськогосподарського призначення в умовах сучасної сівозміни, обмеженої кількістю вирощуваних культур та зерні пшениці озимої.

**Мета статті** – вивчити вплив включення у сівозміну різних видів бобових багаторічних трав на інтенсивність накопичення важких металів у ґрунті та зерні пшениці озимої порівняно з традиційними попередниками пшениці озимої.

**Матеріали і методи досліджень.** Польові дослідження проводили впродовж 2013-2017 рр. на сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Розраховували обсяги надходження важких металів з оптимальними нормами внесення мінеральних добрив під найпоширеніші види вирощуваних культур у сівозміні. Висівали чотири види бобових багаторічних

трав: люцерну посівну, конюшину лучну, лядвенець рогатий, еспарцет піщаний та козлятник східний. Після їх чотирьохрічного використання висівали пшеницю озиму. Контролем були попередники в наступній послідовності: пшениця озима – соняшник – пшениця озима – кукурудза. Лабораторні дослідження вмісту рухомих форм важких металів у ґрунті проводили у Вінницькій філії Державного центру охорони родючості ґрунтів.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз забруднення ґрунтів важкими металами за підживлення основних зернових культур (Табл.1) показав, що

Таблиця 1

**Надходження важких металів у ґрунт за вирощування основних сільськогосподарських культур в умовах інтенсивного землеробства**

Зернові культури	Фактичні норми внесення мінеральних добрив у фізичній вазі, кг/га			Вміст важких металів у мінеральних добривах, т/кг						Надійшло у ґрунт важких металів з мінеральними добривами, мг/га						Разом	
				Азотні (аміачна селітра)		Фосфорні (суперфосфат простий)		Калійні (калій хлор)		Азотні (аміачна селітра)		Фосфорні (суперфосфат простий)		Калійні (калій хлор)			
	Азотні (аміачна селітра)	Фосфорні (суперфосфат простий)	Калійні (калій хлор)	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
Пшениця озима	500	175	58	2,0	0,05	4,4	0,8	3,0	3,0	1000	25	770	140	174	174	1944	339
Кукурудза	571	225	75	2,0	0,05	4,4	0,8	3,0	3,0	1142	29	990	180	225	225	2357	434
Ячмінь ярий	257	175	58	2,0	0,05	4,4	0,8	3,0	3,0	514	13	770	140	174	174	1458	327
Ріпак озимий	571	200	67	2,0	0,05	4,4	0,8	3,0	3,0	1142	29	880	160	201	201	2223	390
Соняшник	429	225	75	2,0	0,05	4,4	0,8	3,0	3,0	858	22	990	180	225	225	2073	427

Джерело сформовано на основі власних досліджень

обсяги внесення мінеральних добрив складають від 257 кг/га до 571 кг/га по аміачній селітрі, від 175 до 225 кг/га по суперфосфату подвійному та від 58 до 75 кг/га по калію хлористому. За даних обсягів використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої в ґрунт потрапляє 1944 мг/га свинцю і 339 мг/га кадмію. З них з аміачною селітрою – відповідно 51,4 %, і 7,4 %, з суперфосфатом подвійним – 39,6 % і 41,3 % та з калієм хлористим – 9,0 % та 51,3 %. При вирощуванні кукурудзи з розрахунку на 1 га з мінеральними добривами вноситься 2357 мг свинцю і 434 мг кадмію, з яких з аміачною селітрою – відповідно 48,4% і 6,7%, з суперфосфатом подвійним – 42% і 41% та з калієм хлористим – 9,6% і 51,8%. Вирощування ярого ячменю призводить до надходження з мінеральними добривами до ґрунтів 1458 мг/га свинцю і 327 мг/га кадмію, з яких з аміачною селітрою – відповідно 35,2% і 4,0%, з суперфосфатом подвійним – 52,8% і 42,8% та з калієм хлористим – 12,0 % і 53,2%. Мінеральне підживлення ріпаку озимого призводить до надходження в ґрунти з розрахунку на 1 га 2223 мг свинцю і 390 мг кадмію, з яких із аміачною селітрою – відповідно 51,4% і 7,4%, з суперфосфатом подвійним – 39,6% і 41% та з калієм хлористим – 9,0% і 51,5%. З мінеральними добривами за вирощування соняшнику в ґрунт із розрахунку на 1 га потрапляє 2073 мг свинцю та 427 мг кадмію, з яких із аміачною селітрою – відповідно 41,4% і 5,2%, суперфосфатом подвійним – 47,8% і 42,2% та калієм хлористим – 10,8% і 52,6%.

Результати досліджень з виявлення впливу бобових багаторічних трав на інтенсивність накопичення в ґрунтах важких металів (Табл. 2) свідчать про

Таблиця 2

**Вплив бобових трав та злакових зернових культур на концентрацію важких металів у ґрунтах, мг/кг**

Нумерація ділянок задіяних в досліді	Концентрація важких металів в ґрунтах на початку досліджень (2013р.)		Культури задіяні в сівозміні впродовж 4 <sup>ох</sup> років	Концентрація важких металів по закінченню досліджень (2017 р.)	
	Pb	Cd		Pb	Cd
№1	5,2±0,22	0,49±0,06	Пшениця, соняшник, кукурудза на силос	4,8±0,22	0,54±0,08
№2	5,1±0,21	0,06±0,08	Люцерна посівна	3,6±0,19	0,02±0,01
№3	5,3±0,23	0,066±0,09	Еспарцет піщаний	1,5±0,08	0,01±0
№4	5,0±0,20	0,064±0,08	Лядвенець рогатий	3,4±0,08	0,02±0,01
№5	4,9±0,19	0,050±0,07	Козлятник східний	2,6±0,08	0,01±0

Джерело сформовано на основі власних досліджень

позитивний ефект зниження забруднення сільськогосподарських угідь свинцем та кадмієм.

Так, за вирощування в чотирьохрічній сівозміні злакових зернових на досліджуваних сільськогосподарських угіддях в ґрунтах концентрація свинцю знизилася на 7,7%, а кадмію, навпаки, підвищилась на 10,2%. Тоді, як при вирощуванні люцерни посівної, еспарцету піщаного, лядвенцю рогатого та козлятнику східного виявлено більш помітне зниження свинцю і кадмію у ґрунті, зокрема на 29,4%, 32% відповідно. У порівнянні з ґрунтами сільськогосподарських угідь, які були задіяні протягом чотирьох років під вирощування злакових зернових культур, концентрація свинцю і кадмію у ґрунтах знизилась відповідно на 1,33 рази і 27 разів за вирощування люцерни посівної, у 32 і 54 рази за вирощування еспарцету піщаного, на 32% і 3,2% за лядвенцю рогатого та у 1,88 рази за козлятнику східного.

Зниження забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок чотирьохрічного вирощення багаторічних трав знайшло певне відображення на якості зернової продукції (Табл. 3.).

Таблиця 3

**Інтенсивність накопичення важких металів у зерні пшениці озимої за багаторічних бобових та однорічних злакових попередників**

Попередник	Тривалість періоду попередника у сівозміні	Важкі метали, мг/кг	
		Pb	Cd
Однорічні злакові зернові культури: - пшениця озима, - соняшник, - пшениця озима, - кукурудза	4	3,9±0,02	0,34±0,002
Багаторічні бобові трави: - люцерна посівна	4	1,86±0,01	0,16±0,001
Еспарцет піщаний	4	1,58±0,02	0,17±0,001
Лядвенець рогатий	4	2,23±0,02	0,20±0,002
Козлятник східний	4	1,83±0,02	0,24±0,003

*Джерело сформовано на основі власних досліджень*

Так, концентрація свинцю у зерні озимої пшениці, вирощеної після багаторічних трав, зокрема люцерни посівної, еспарцету піщаного, лядвенцю рогатого та козлятнику східного була нижча відповідно у 2,1 рази, 2,4 та 2,1 рази порівняно з попередниками злакових зернових культур. Концентрація кадмію в зерні озимої пшениці була нижча ніж за попередників люцерни посівної у 2,1 рази, еспарцету піщаного у 2,0 рази, лядвенцю рогатого у 1,7 рази та козлятнику східного у 1,4 рази порівняно з попередниками злакових культур.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** В умовах інтенсивного землеробства Вінниччини за використання мінеральних добрив в ґрунт потрапляє свинцю і кадмію відповідно 1944 мг/га і 339 мг/га за вирощування пшениці озимої, 2357 мг/га і 434 мг/га за вирощування кукурудзи, 1458 мг/га і 327 мг/га за вирощування ячменю ярого, 2223 мг/га і 390 мг/га за вирощування соняшнику. Чотирьохрічне вирощування бобових багаторічних трав в умовах інтенсивного землеробства знизило концентрацію в ґрунтах свинцю від 1,33 до 3,2 рази та кадмію від 37 до 54 разів порівняно із злаковими зерновими культурами, що сприяло підвищенню якості зерна пшениці озимої знизивши в ньому концентрацію свинцю від 1,7 до 2,4 рази та кадмію від 1,4 разів до 2,1 рази.

### Список використаних джерел

1. Тогагинська О.В., Тимошук Т.М. Оцінка технологій вирощування пшениці озимої за еколого-агрохімічними показниками темно-сірого опідзоленого ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2017. № 1–2. URL: [http://www. agromage.com/stat\\_id.php?id=853](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=853). (дата звернення 23.04.2015).
2. Макаренко Н.А., Бондар В.І., Макаренко В.В. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2008. Спеціальний випуск. С. 14–18.
3. Самохвалова В.Л., Мірошніченко М.М., Фатеев А.І. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 11. С. 61–65.
4. Кривіч Я.Н. Вміст важких металів у ґрунті під озимою пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку. *Вісник ДАУ*. Дніпро, 2004. № 1. С. 63–68.
5. Priya P.N., Pillai A., Gupta S. Effect of simultaneous exposure to lead and cadmium on gonadotropin binding and steroidogenesis on granulosa cells: an in vitro study. *Indian J. Exp. Biol.*, 2004. № 42 (2). P. 143–148.
6. Lopez A.M. et all. Cadmium and lead accumulation in cattle in NW Spain. *Vet. Hum. Toxicol.*, 2003. № 45 (3). P. 128 –130.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Tohachynska O.V., Tymoshchuk T.M. (2017). Otsinka tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi za ekoloho-ahrokhimichnymy pokaznykamy temno-siroho opidzolenoho ґрунту. [*Estimation of technologies of cultivation of winter wheat on ecological and agrochemical indicators of dark gray podzolic soil*]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Poltava. № 1–2. URL: [http://www. agromage. com/stat\\_id. php?id=853](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=853). (data zvernennia 23.04.2015). [in Ukrainian].
2. Makarenko N.A., Bondar V.I., Makarenko V.V. (2008). Ekolohichna ekspertyza tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur.

[*Ecological expertise of technologies of cultivation of agricultural crops*]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*. Kyiv. Spetsialnyi vypusk. 14–18. [in Ukrainian].

3. Samokhvalova V.L., Miroshnychenko M.M., Fatieiev A.I. (2001). Porohovi rivni toksychnosti vazhkykh metaliv dlia silskohospodarskykh kultur. [*Threshold levels of heavy metal toxicity to crops*]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. № 11. 61–65. [in Ukrainian].

4. Kryvich Ya.N. (2004). Vmist vazhkykh metaliv u hrunti pid ozymoju pshenyntseiu ta yii produktyvnist zalezno vid system udobrennia ta sposobiv osnovnoho obrobitku [*The content of heavy metals in the soil under winter wheat and its productivity depending on fertilizer systems and methods of basic cultivation*]. *Visnyk DAU – Bulletin of the DAU. Dnipro*. № 1. 63–68. [in Ukrainian].

5. Priya P.N., Pillai A., Gupta S. (2004). Effect of simultaneous exposure to lead and cadmium on gonadotropin binding and steroidogenesis on granulosa cells: an in vitro study. *Indian J. Exp. Biol.* № 42 (2). P. 143–148. [in China].

6. Lopez A.M. et al. Cadmium and lead accumulation in cattle in NW Spain. *Vet. Hum. Toxicol.* № 45 (3). P. 128 –130. [in China].

### **АННОТАЦИЯ** **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ** **БОБОВЫХ МНОГОЛЕТНИХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ОЗИМОЙ** **ПШЕНИЦЫ**

Целью исследований было изучить влияние включения в севооборот разных видов бобовых многолетних трав, как предшественников озимой пшеницы, на интенсивность накопления тяжелых металлов в почве по сравнению с традиционными предшественниками озимой пшеницы. Задачи исследований разработать меры снижения накопления тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственного назначения в условиях современного севооборота, ограниченной количеством выращиваемых культур и зерне пшеницы озимой.

Рассчитывали накопления тяжелых металлов в почвах при выращивании основных культур севооборота при интенсивном их удобрении. Определяли концентрацию тяжелых металлов в почве до и после выращивания бобовых предшественников.

Полевые исследования проводили в течение 2013-2017 гг. На серых оподзоленных среднесуглинистых почвах Научно-исследовательского хозяйства «Агрономичное» Винницкого национального аграрного университета. Рассчитывали объемы поступления тяжелых металлов с оптимальными нормами внесения минеральных удобрений под самые распространенные виды выращиваемых культур в севообороте. Высевали четыре вида бобовых многолетних трав: люцерну посевную, клевер луговой лядвенец рогатый, эспарцет песчаный и козлятник восточный. После их четырехлетнего использования сеяли пшеницу озимую. Контролем были

*предшественники в следующей последовательности: пшеница озимая - подсолнечник - пшеница озимая - кукуруза. Лабораторные исследования содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве проводили в Винницком филиале Государственного центра охраны плодородия почв.*

*Установлено положительное влияние выращивания бобовых многолетних трав на снижение концентрации тяжелых металлов в почве и зерне пшеницы озимой. В условиях интенсивного земледелия Винницкой за использование минеральных удобрений в почву попадает свинца и кадмия в соответствии 1944 мг/га и 339 мг/га при выращивании озимой пшеницы, 2357 мг/га и 434 мг/га при выращивании кукурузы, 1458 мг/га и 327 мг/га при выращивании ячменя ярового, 2223 мг/га и 390 мг/га при выращивании подсолнечника.*

*Четырехлетнее выращивания бобовых многолетних трав в условиях интенсивного земледелия снизило концентрацию в почве свинца от 1,33 до 3,2 раза и кадмия от 37 до 54 раз по сравнению со злаковыми зерновыми культурами, что способствовало повышению качества зерна озимой пшеницы снизив в нем концентрацию свинца от 1,7 до 2,4 раза и кадмия от 1,4 раз до 2,1 раза.*

**Ключевые слова:** бобовые травы, предшественники, пшеница озимая, тяжелые металлы, загрязнение.

**Табл. 3. Лит. 6.**

#### ANNOTATION

### **ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF PERENNIAL LEGUMES AS PRECURSORS OF WINTER WHEAT GROWN IN THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL LAND POLLUTION WITH HEAVY METALS**

*The aim of the research was to study the effect of the inclusion of different types of perennial leguminous plants as winter wheat precursors in the crop rotation on the rate of accumulation of heavy metals in the soil compared to traditional winter wheat predecessors. The objectives of the research are to develop measures to reduce the accumulation of heavy metals in agricultural soils under conditions of modern crop rotation, limited by the number of crops grown and winter wheat.*

*The accumulations of heavy metals in soils were calculated during the cultivation of the main crops of crop rotation with intensive fertilizer. The concentration of heavy metals in the soil was determined before and after the cultivation of legume precursors.*

*Field studies were carried out during 2013-2017. On gray podzolized medium loamy soils of the Agronomicheskyy Research Institute of Vinnytsia National Agrarian University. We calculated the volumes of heavy metals with optimal rates of mineral fertilizer application for the most common types of crops grown in crop rotation.*

*Four types of perennial grasses were sown: sowing alfalfa, meadow clover, horned lamb, sainfoin and eastern goatskin. After their four years of use, winter wheat was sown. The control was the predecessors in the following sequence: winter*



wheat - sunflower - winter wheat - corn. Laboratory studies of the content of mobile forms of heavy metals in soil were carried out in the Vinnytsia branch of the State Center for the Protection of Soil Fertility. Analysis of soil contamination with heavy metals during fertilization of major cereals showed that the amount of mineral fertilizers is from 257 kg/ha to 571 kg/ha for ammonium nitrate, from 175 to 225 kg/ha for double superphosphate and from 58 to 75 kg/ha on potassium chloride.

According to the volume of mineral fertilizers used in the cultivation of winter wheat, 1944 mg / ha of lead and 339 mg / ha of cadmium enter the soil. Of these, with ammonium nitrate - 51.4% and 7.4%, respectively, with double superphosphate - 39.6% and 41.3% and with potassium chloride - 9.0% and 51.3%.

When growing corn per 1 ha with mineral fertilizers, 2357 mg of lead and 434 mg of cadmium are applied, of which with ammonium nitrate - 48.4% and 6.7%, respectively, with double superphosphate - 42% and 41% and with potassium chloride. - 9.6% and 51.8%.

Cultivation of spring barley leads to the receipt of mineral fertilizers to soils 1458 mg/ha of lead and 327 mg/ha of cadmium, of which with ammonium nitrate - respectively 35.2% and 4.0%, with double superphosphate - 52.8% and 42.8% and with potassium chloride - 12.0% and 53.2%.

Mineral fertilization of winter rape leads to the entry into the soil per 1 ha of 2223 mg of lead and 390 mg of cadmium, of which with ammonium nitrate - respectively 51.4% and 7.4%, with double superphosphate - 39.6% and 41% and with potassium chloride - 9.0% and 51.5%. With mineral fertilizers for growing sunflower in the soil per 1 ha gets 2073 mg of lead and 427 mg of cadmium, of which with ammonium nitrate - respectively 41.4% and 5.2%, double superphosphate - 47.8% and 42.2 % and potassium chloride - 10.8% and 52.6%.

The positive effect of growing leguminous perennial herbs on the decrease in the concentration of heavy metals in the soil and grain of winter wheat has been established. Under the conditions of intensive farming by Vinnitskaya, lead and cadmium fall into the soil for the use of mineral fertilizers in accordance with 1944 mg/ha and 339 mg/ha for growing winter wheat, 2357 mg/ha and 434 mg/ha for growing corn, 1458 mg/ha and 327 mg/ha when growing spring barley, 2223 mg/ha and 390 mg/ha when growing sunflower.

The four-year cultivation of perennial leguminous grasses under intensive farming reduced the concentration of lead in the soil from 1.33 to 3.2 times and cadmium from 37 to 54 times compared with cereal crops, which contributed to improving the quality of winter wheat grain by reducing the concentration of lead from 1.7 to 2.4 times and cadmium from 1.4 times to 2.1 times.

**Key words:** legumes, precursors, winter wheat, heavy metals, pollution.

**Tab. 3. Lit. 6.**

### Відомості про автора

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

**Разанов Сергей Федорович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: razanov@vsau.vin. ua).

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