

УДК 633.31/37:631.95

**С.Г. Корсун, доктор сільськогосподарських наук**

**А.В. Голодна, кандидат сільськогосподарських наук**

**Д.С. Шляхтуров, кандидат сільськогосподарських наук**

**І.І. Клименко, кандидат сільськогосподарських наук**

*ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»*

## **ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ДО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

**Вступ.** Відповідно до «Закону біогенної міграції атомів» (закон В.І.Вернадського) міграція хімічних елементів на поверхні Землі і біосфері в цілому здійснюється переважно під впливом живої речовини і організмів [1]. Жива речовина або бере безпосередню участь в біохімічних процесах, або створює відповідне, збагачене іншими речовинами, середовище. Завдяки цьому і під впливом врівноваженої в межах екосистеми дії абіотичних факторів на поверхні Землі виникли ґрунтові відміни з відповідними хімічними, фізичними, фізико-хімічними та біологічними характеристиками.

Потужний антропогенний фактор, вплив якого був найвагомішим особливо в ХХ столітті, призвів до порушення природних потоків речовини і енергії в біосфері, змінивши умови збалансованої віками біогенної міграції атомів [2]. Ці процеси вже сьогодні мають ряд негативних наслідків, серед яких надприродне накопичення важких металів (ВМ) ґрунтом, що в свою чергу визначає умови розвитку і біохімічні характеристики фітоценозу в умовах конкретних біотопів. Особливо небезпечним є накопичення ВМ ґрунтом в агроландшафтах, оскільки це створює призводить до неможливості отримання якісної сільськогосподарської продукції. Сьогодні для європейських країн притаманні високі темпи розвитку важкої індустрії, машинобудування та ін., що свідчить про підвищення антропопресії в біогеоценозах, а отже і про все більше накопичення ВМ компонентами ландшафтів, у тому числі ґрунтом [3, 4]. Безперечно, в таких умовах необхідно розробляти технологічні заходи, які попереджатимуть неприродне надходження ВМ у

компоненти екосистеми, але паралельно з цим необхідно вивчати можливість сільськогосподарських культур формувати врожай і його якість за різних рівнів накопичення ВМ ґрунтом.

Мета роботи – в умовах Правобережного Лісостепу вивчити здатність зернобобових культур формувати урожай за різних рівнів накопичення свинцю, кадмію, цинку сірим лісовим ґрунтом.

**Методика та об'єкти дослідження.** Досліди проводили на сірому лісовому ґрунті в умовах північної частини Лісостепу України (дослідне господарство «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН») у дрібноділянковому досліді на ґрунтових фонах з аномальним насиченням ВМ. Протягом 2006-2008 рр. досліджували сумарний вплив свинцю, цинку, кадмію на продуктивність люпину вузьколистого (сорт Надія), квасолі звичайної (сорт Мавка) та бобів кормових (сорт Візир).

Вивчали варіанти зі штучно створеними фонами ВМ: 1 – природний фон цинку, свинцю і кадмію (контроль); 2 – перевищення природного фону ВМ у 10 разів; 3 – перевищення природного фону ВМ у 100 разів, 4 – перевищення природного фону ВМ у 5 разів. Під час закладання досліді було встановлено, що на сірому лісовому ґрунті Дослідного господарства «Чабани» природний фон кислоторозчинної фракції досліджуваних елементів становив: свинцю – 10, цинку – 5, кадмію – 0,2 мг / кг ґрунту.

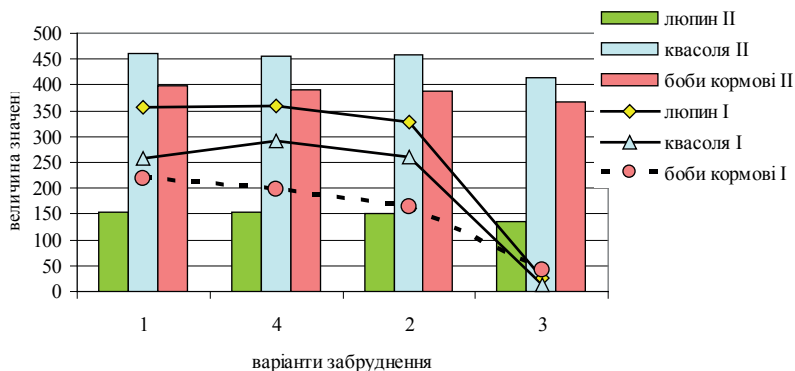
Агрохімічний фон ґрунту був однорідним на всій ділянці досліді і характеризувався дуже низьким вмістом лужногідролізованого азоту, дуже високим вмістом рухомого фосфору і обмінного калію, низьким вмістом гумусу і середньою кислотністю сольової витяжки.

Висівали культури широкорядним способом (ширина міжрядь 45 см). Добрива вносили навесні під передпосівну культивуацію в дозах  $P_{45}K_{45}$  за вирощування люпину вузьколистого,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – квасолі і бобів кормових у формі аміачної селітри, простого гранульованого суперфосфату і калій магnezії. Облікова площа становила 4 м<sup>2</sup>, повторність в досліді чотириразова.

Досліджували продуктивність рослин, вирощених в умовах забруднення екотопів ВМ, їх біохімічні, токсикологічні характеристики, посівні властивості.

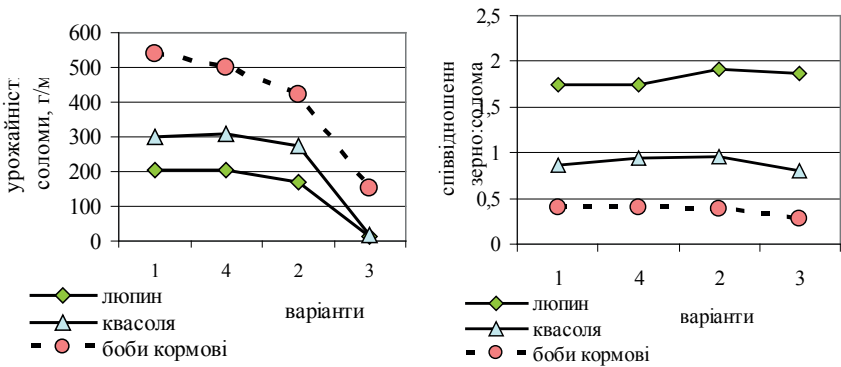
Біохімічний і токсикологічний аналіз рослинного матеріалу проводили методом інфрачервоної спектроскопії і атомно-абсорбційної спектрометрії. Посівні показники зерна визначали за методикою М.К.Фірсової [5].

**Результати.** За результатами, отриманими впродовж 2006-2008 рр., проаналізували вплив різних рівнів накопичених ґрунтом ВМ на стан фітоценозів зернобобових культур. Установлено, що за рівнем урожайності зерна культури розташовувалися в ряду спадання таким чином: люпин > квасоля > боби кормові, а за врожайністю соломи – боби кормові > квасоля > люпин (рис.1, 2).



**Рис. 1. Урожайність зерна і маса 1000 зерен люпину вузьколистого, квасолі, бобів кормових залежно від забрудненості ґрунту ВМ: I – врожайність зерна, г /м<sup>2</sup>; II – маса 1000 зерен, г; 1 – природний фон ВМ (контроль); 4 – п'ятиразове перевищення; 2 – десятиразове перевищення; 3 – сторазове перевищення природного фону ВМ.**

Найчутливішою культурою в умовах забруднення ґрунту ВМ були боби кормові. Зниження врожаю зерна і соломи бобів відбувалося відповідно до зростання забруднення ґрунту ВМ, тоді як фітоценоз квасолі за п'яти- і десятиразового перевищення фону ВМ не знижував темпів накопичення біомаси протягом етапів органогенезу, що знайшло відображення в рівнях урожайності.



**Рис. 2. Урожайність соломи зернобобових культур і співвідношення маси зерна і соломи залежно від забруднення ґрунту ВМ: 1 – природний фон ВМ (контроль); 4 – п’ятиразове перевищення; 2 – десятиразове перевищення; 3 – сторазове перевищення природного фону ВМ.**

Цілком закономірно, що для досліджуваних культур найбільш токсичним виявився фон зі сторазовим перевищенням природного вмісту ВМ у ґрунті. У таких умовах було можливим отримання лише сходів рослин. Протягом наступних етапів органогенезу, коли організм починав інтенсивніше використовувати поживні речовини з ґрунту, спостерігали значне погіршення стану культур агрофітоценозу та їх загибель. Вегетація тривала лише у незначній кількості рослин, проте зростала тривалість міжфазних періодів, а дозрівання врожаю відбувалося на 14-30 діб пізніше, ніж у варіантах з природним вмістом ВМ у ґрунті.

Важливо відзначити, що зміна співвідношення зерна до соломи та маса 1000 зерен у варіантах досліду мали значно меншу амплітуду змін, в порівнянні з урожайністю (рис. 1, 2).

За вирощування зернобобових культур на забруднених ВМ територіях важливим є не тільки кількість отриманої продукції, але також і її токсикологічні характеристики. Встановлено, що незалежно від фону забруднення, тобто навіть на контролі, вміст свинцю був вище норми у зерні квасолі та бобів кормових, кадмію – у зерні люпину вузьколистого, квасолі та бобів кормових (табл. 1).

Отримані результати є підтвердженням наших попередніх висновків про безпідставність об’єднання зернових і зернобобових культур при встановленні порогу токсичності продукції і про необхідність розробки токсикологічних нормативів якості продовольчої зернової сировини з урахуванням особливостей кожної культури [7].

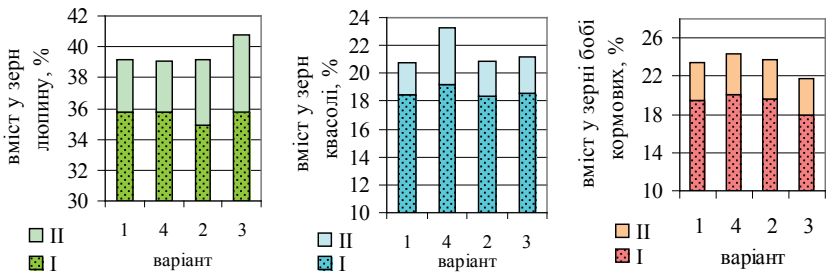
**Таблиця 1. Вміст важких металів у зерні люпину вузьколистого, квасолі і бобів кормових залежно від забруднення ґрунту ВМ, мг/кг**

Метал	Контроль	5 фонів	10 фонів	100 фонів	Контроль	5 фонів	10 фонів	100.фонів	Контроль	5 фонів	10 фонів	100.фонів
	люпин вузьколистий				квасоля				боби кормові			
<b>Pb (0,5)*</b>	0,35	-	0,37	0,45	1,00	1,15	1,15	1,10	1,5	1,45	1,53	1,50
<b>Cd (0,1)</b>	0,25	-	0,27	0,55	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,5	0,8
<b>Zn (50,0)</b>	31,4	-	40,5	53,3	29,7	35,2	39,0	42,9	43,8	62,3	66,2	80,1

\* у дужках представлено гранично допустимі рівні вмісту металів у зерні зернових і зернобобових культур, згідно нормативних документів [6].

Закономірно, що з підвищенням забрудненості екотопів свинцем, кадмієм, цинком накопичення цих елементів зерновою продукцією збільшувалось, порівняно з контролем. Це означає, що продукція, отримана в таких умовах, не може бути використана у продовольчих цілях. За результатами досліджень у зерні люпину вузьколистого і квасолі на фонах із вмістом важких металів більше фону накопичувався свинець, кадмій, цинк, а у бобів кормових – кадмій і цинк. Достовірного накопичення свинцю у зерні бобів кормових зі збільшенням забруднення ґрунту не виявлено, хоча у цілому, зерно цієї культури переважало інші культури за концентрацією у ньому полютантів.

Поряд з токсикологічними проводили дослідження якісних характеристик зерна. Біохімічний аналіз зерна і математичний аналіз даних свідчить на 95-відсотковому рівні ймовірності про можливість впливу ВМ на зміну вмісту лише білкових сполук у ньому. Отримані результати дозволяють стверджувати, що найнижчі у досліді дози екотоксикантів стимулювали деяке накопичення сирого протеїну і білка у зерні квасолі і бобів кормових (рис.3).

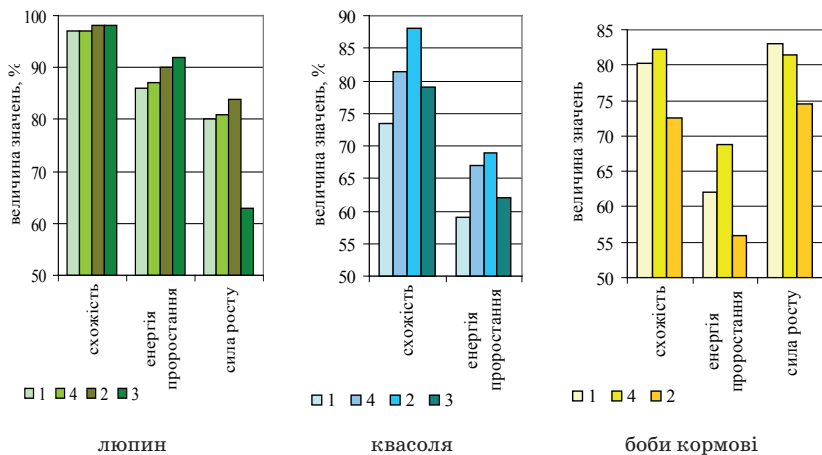


**Рис.3. Вплив вмісту ВМ в сірому лісовому ґрунті на накопичення білкових сполук зерном зернобобових: 1 – природний фон ВМ (контроль); 4 – п'ятиразове перевищення; 2 – десятиразове перевищення; 3 – стотриразове перевищення природного фону ВМ; I – сирий протеїн, II – білок у складі сирого протеїну**

При цьому найпомітнішими були зміни частини сирого протеїну, що не ідентифікувалася інфрачервоним аналізатором як білок (різниця між значеннями сирого протеїну і білка). Подібні зміни відбувалися і у вегетативних органах рослин (стебло, коріння). Це може бути черговим підтвердженням наукових публікацій [8, 9], що стосуються підвищення інтенсивності синтезу низькомолекулярних азотовмісних органічних сполук рослинами в умовах забруднення екотопу ВМ.

Виявлена нами досить висока стабільність таких важливих показників якості зерна як маса 1000 зерен і вміст запасних поживних речовин (протеїну) в ендоспермі за одночасного погіршення токсикологічних характеристик, припускає доцільність дослідження посівних якостей насіння зернобобових культур, отриманого в умовах забруднення екотопів ВМ.

У дослідях, проведених у 2006-2008 роках, відповідно до методики М.К. Фірсової [5], не було встановлено різкого систематичного погіршення основних посівних якостей насіння залежно від фону ВМ, на якому вони були вирощені (рис.4).



**Рис.4. Вплив вмісту ВМ в сірому лісовому ґрунті на посівні якості насіння люпину вузьколистого, квасолі, бобів кормових: 1 – природний фон ВМ (контроль); 4 – п’ятиразове перевищення; 2 – десятиразове перевищення; 3 – сторазове перевищення природного фону ВМ.**

Найкращі показники отримані у зерна з ділянок п’ятиразового перевищення природного фону ВМ. Але навіть в умовах сторазового перевищення рослинам люпину вузьколистого і квасолі звичайної вдалося сформувати генеративні органи, які забезпечили схожість і енергію проростання насіння, що не поступалася контрольному варіанту. Боби кормові за цими показниками проявили значно вищий рівень чутливості до забруднення ґрунту, порівняно з люпином вузьколистим і квасолею.

## Висновки

1. У результаті проведених досліджень встановлено можливість існування фітоценозу зернобобових культур в екотопі, забрудненому ВМ. Підвищення вмісту свинцю до 100 мг, цинку до 50 мг, кадмію до 2,0 мг на кг сірого лісового ґрунту не викликало значного погіршення врожайних і посівних якостей люпину вузьколистого, квасолі і бобів кормових. Однак, концентрація свинцю 1000, цинку 500, кадмію 20 мг / кг в орному шарі ґрунту істотно перешкоджає процесам росту і розвитку зернобобових культур.

2. У зв'язку з неможливістю використання зерна, отриманого в екотопах забруднених цинком, свинцем і кадмієм, в продовольчих цілях через погіршення його токсикологічних властивостей, існує можливість використання територій з концентрацією свинцю до 100 мг, цинку до 50 мг, кадмію до 2,0 мг на кг сірого лісового ґрунту для насінництва цих культур.

1. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Роль біорізноманіття, його стан та загрози // *Жива Україна*. – 2005. – № 1 – 2. – С.3.

2. Програма дії «Порядок денний на XXI століття» / Переклад з англійської: ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття». – Київ :Інтелсфера, 2000. – 360 с.

3. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні // Під ред. В.П.Патики та В.А.Соломахи. – Київ : «Хімджест», 2003. – 255с.

4. Минеєв В.Г. Экологические проблемы агрохимии – М.: Колос, 1988. – 189 с.

5. Майсурян Н.А. Практикум по растениеводству – М.: Колос, 1970. – 445с.

6. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов №5061-89. М.: Министерство здравоохранения СССР, 1991. – 185 с.

7. Корсун С.Г. Фізіологічна ефективність кореневих бар'єрів при забрудненні ґрунту важкими металами // *Вісник аграрної науки*. – 2009. – № 4. – С. 57-60.

8. Максимова Е.В., Косицина А.А., Макурина О.Н. Влияние антропогенных факторов химической природы на некоторые эколого-биохимические характеристики растений // *Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия*. – 2007. №8 (58). – С. 146-152.



9. Бокова М.И., Ратникова А.Н. Биологические особенности растений и почвенные условия, определяющие переход тяжелых металлов в растения на техногенно загрязненной территории // Химизация в сельском хозяйстве. -1995. – № 5. – С. 15-17.

1. Shelyag-Sosonko, Y.R. (2005). Rol bioriznomanityta, jogo stan ta zagrozy [Role of biovariety, his state and threats]. Kyiv : Zhyva Ukrayina, 1-2 [in Ukrainian]

2. Programa diyi „Poryadok dennyj na XXI stolittya», (2002) [Program of actions «Agenda 21»]. Kyiv : Intelsfera. 360 p. [in Ukrainian]

3. Patyka, V.P. (2003). Perspektyvy vykorystannya, zberezhennya ta vidtvorennya agrobioriznomanityta v Ukrayini [Prospects of the use, maintenance and recreation agrobiovariety in Ukraine ] Pid red. V.P.Patyky ta V.A.Solomaxy. Kyiv : Ximdzhest, 255. [in Ukrainian]

4. Мунеев, V.G. (1988). Ekologicheskye problemy agroxymyy [Ecological problems of agricultural chemistry] Moscow : Kolos. 189. [in Russian]

5. Majsuryan, N.A. (1970) Praktykum po rastenyevodstvu [Practical work on a plant-grower ]. Moscow : Kolos, 445. [in Russian]

6. Medyko-byologicheskye trebovaniya y sanytarne normy kachestva prodovolstvennogo syrya y pyshhevyh produktov № 5061-89 (1991) [Medical-biological requirements and sanitary norms of quality of food raw material and food foods № 5061-89]. Moscow : Mynysterstvo zdavoохranenyya SSSR, 1991. 185. [in Russian].

7. Korsun, S.G. (2009) Fiziologichna efektyvnist korenevyykh baryeriv pry zabrudnenni gruntu vazhkymy metalamy [Physiology efficiency of root barriers at contamination of soil by heavy metals]. Visnyk agrarnoyi nauky, (4), 57 – 60. [in Ukrainian]

8. Maksymova, E.V., Kosycyna, A.A. & Makuryna, O.N. (2007). Vlyuanye antropogennykh faktorov hymycheskoj pryrody na nekotorye ekologo-byohymycheskye harakterystyky rstenyj [Influence of anthropogenic factors of chemical nature on some эколого-биохимические descriptions of рсменуй] Vestnyk SamGU, Estestvennonauchnaya seryya. 8 (58), 146 – 152. [in Russian].

Потужний антропогенний фактор призвів до порушення природних потоків речовини і енергії в біосфері, змінивши умови природної міграції атомів. В таких умовах необхідно розробляти технологічні заходи, які попереджатимуть непри-

родне надходження важких металів у компоненти екосистеми, але паралельно з цим необхідно вивчати можливість сільськогосподарських культур формувати врожай і його якість за різних рівнів накопичення важких металів ґрунтом. Метою роботи було: в умовах Правобережного Лісостепу вивчити здатність зернобобових культур формувати урожай за різних рівнів накопичення свинцю, кадмію, цинку сірим лісовим ґрунтом. Методи дослідження: польовий і лабораторний. Отримано результати щодо впливу сумісного забруднення ґрунту свинцем кадмієм, цинком на врожайність люпину вузьколистого, квасолі, бобів кормових. Визначено вміст білка, санітарно-гігієнічні показники та посівні властивості насіння цих культур. Встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу підвищення вмісту свинцю до 100 мг, цинку до 50 мг, кадмію до 2,0 мг на кг сірого лісового ґрунту не викликало значного погіршення врожайних і посівних якостей люпину вузьколистого, квасолі і бобів кормових.

**Ключові слова:** люпин вузьколистий, квасоля, боби кормові, важкі метали, урожайність, білок, посівні властивості насіння.

Мощный антропогенный фактор привел к нарушению естественных потоков веществ и энергии в биосфере, изменив условия естественной миграции атомов. В таких условиях необходимо разрабатывать технологические процессы, которые будут предупреждать неестественное поступление тяжелых металлов в компоненты экосистемы, но параллельно с этим необходимо изучать возможность сельскохозяйственных культур формировать урожай и его качество при разных уровнях накопления тяжелых металлов почвой. Целью работы было: в условиях Правобережной Лесостепи исследовать способность зернобобовых культур формировать урожай при разных уровнях накопления свинца, кадмия, цинка серой лесной почвой. Методы исследования: полевой и лабораторный. Получены результаты относительно влияния комплексного загрязнения почвы свинцом кадмием, цинком на урожайность люпина узколистого, фасоли, бобов кормовых. Определено содержание белка, санитарно-гигиенические показатели и посевные свойства семян этих культур. Установлено, что в условиях Правобережной Лесостепи повышение содержания свинца до 100 мг, цинка до 50 мг, кадмия до 2,0 мг на кг серой лесной почвы не вызывало значительного ухудшения урожайных и посевных качеств люпина узколистого, фасоли и бобов кормовых.

**Ключевые слова:** люпин узколистый, фасоль, бобы кормовые, тяжелые металлы, урожайность, белок, посевные свойства семян.

*A powerful anthropogenic factor resulted fore violation of natural streams of substance and energy in a biosphere, natural migration of atoms. In such terms, it is necessary to*

*develop technological processes that will warn the unnatural entering of heavy metals to components of ecosystem. It is also necessary to study possibility of agricultural cultures to form a harvest and his quality in the conditions of different levels of concentration of heavy metals in soil.*

*The aim of work was: in the conditions of Right-bank Forest-steppe to learn ability of leguminous plants to form a harvest at the different levels of accumulation of lead, cadmium, zinc in grey forest soil. Research methods: the field and laboratory.*

*Results are got about influence of compatible contamination of soil by lead, cadmium, zinc on the productivity of lupin, kidney bean, bobs forage. Defined content protein, sanitary-hygenic indexes and sowing properties of seed of these cultures. In the conditions of Right-bank Forest-steppe of increase of content of lead a to 100 mg, to zinc a to 50 mg, to the cadmium a to 2,0 mg on the kg of grey forest soil did not cause the considerable worsening of productive and sowing quality of lupin, kidney bean and bobs forage.*

**Keywords:** *blue lupine, kidney bean, bobs are forage, heavy metals, productivity, albumen, sowing properties of seed.*

**Рецензенти:**

Олійник К.М. – к. с.-г. наук

Палапа Н.В. – д. с.-г. наук

*Стаття надійшла до редакції 19.10.2016 р.*