

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз досвіду Європейського співробітництва щодо формування і втілення інституцій та інструментів екологічної політики: Аналітична записка [Електронний ресурс] / Національний інститут стратегічних досліджень. — Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/840/>
2. Гейт Н.А. Зарубежный опыт организации управления охраной окружающей среды [Електронний ресурс] / Н.А. Гейт. — Режим доступу: <http://www.fpa.su/biblioteka/izdaniya/problemy-teorii-gosudarstva-i-prava/>
3. Гулич О.І. Регулювання екологічної безпеки регіону: європейський досвід / О.І. Гулич // Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. — 2014. — Вип. 3. — С. 145–152.
4. Заржицький О.С. Правові аспекти регіональної екологічної політики [Електронний ресурс] / О.С. Заржицький. — Режим доступу: <http://www.lawbook.by.ru/aref/12.00.06/016.shtml>
5. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль / Д.В. Зеркалов. — К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. — 412 с.
6. Фесянов П.О. Державне регулювання забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні: досвід провідних країн світу [Електронний ресурс] / П.О. Фесянов. — Режим доступу: <http://visnyk.academy.gov.ua/wp-content/uploads/2013/11/2011-4-20.pdf>
7. Фесянов П.О. Державне регулювання екологічної безпеки на рівні регіону: досвід європейських країн [Електронний ресурс] / П.О. Фесянов. — Режим доступу: <http://academy.gov.ua/ej/ej13/txts/Fesyaynov.pdf>
8. Хвесик М.А. Економіко-правове регулювання природокористування / М.А. Хвесик, Л.М. Горбач, Ю.П. Кулаковський. — К.: Кондор, 2004. — 524 с.
9. Черевко Г.В. Економіка природокористування: навч. вид. / Г.В. Черевко, М.І. Яцків. — 203 с.

УДК 504.5 : 633.11

ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ  
ЗЕРНОМ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ

С.Ф. Разанов

доктор сільськогосподарських наук, професор

О.П. Ткачук

кандидат сільськогосподарських наук

Вінницький національний аграрний університет

В.В. Овчарук

магістрант

Одеський національний політехнічний університет

Досліджено вплив бобових багаторічних трав: люцерни посівної, конюшини лучної, еспарцету піщаного, буркуну білого, лядвенцю розатого, козлятника східного та кукурудзи на силос як попередників пшениці озимої на концентрацію важких металів: свинцю, кадмію, міді та цинку у ґрунті та зерні культури. Розраховано коефіцієнт накопичення важких металів зерном пшениці озимої після досліджуваних попередників.

**Ключові слова:** важкі метали, зерно, пшениця озима, попередник, накопичення.

Забруднення важкими металами зернової продукції є певною проблемою сьогодення. Зважаючи на зростання обсягів внесення мінеральних добрив за вирощування пшениці озимої, як одного з основних джерел забруднення агроєкосистем важкими металами в аграрних регіонах з інтенсивним землеробством, виникає потреба у пошуках заходів зі зниження високої хімізації в агропромисловому виробництві [1]. Серед усього різноманіття важких металів найбільші обсяги їх надходження із засобами

хімізації припадають на свинець, кадмій, мідь та цинк [2].

Перспективою зниження забруднення продовольчого зерна важкими металами може бути фітореємедіація, тобто використання здатності деяких видів рослин поглинати вказані метали з ґрунту та накопичувати їх у своїй біомасі, а також зниження обсягів використання мінеральних добрив [3, 4].

Відомо, що бобові багаторічні трави характеризуються високим поглинанням важких

металів порівняно з іншими видами рослин [5]. Однак на сьогодні залишається недостатньо вивченим вплив бобових багаторічних трав як попередників пшениці озимої на інтенсивність накопичення у її зерні важких металів. Відсутні також дані про вплив бобових попередників у розрізі кожної культури на інтенсивність накопичення важких металів у зерновій продукції. Тому у цій статті визначено інтенсивність накопичення важких металів зерном пшениці озимої залежно від різних видів попередників.

Полеві дослідження проводили впродовж 2013–2017 рр. Попередниками пшениці озимої були бобові багаторічні трави: люцерна посівна, конюшина лучна, еспарцет піщаний, буркун білий, лядвенець рогатий, козлятник східний, а також традиційний попередник для лісостепу правобережного — кукурудза на зелений корм.

Лабораторні аналізи проводили у акредитованій та сертифікованій лабораторії Випробувального центру Вінницької філії ДУ «Інституту охорони ґрунтів України». Визначали концентрацію свинцю, кадмію, міді та цинку у ґрунті в другій половині вегетації пшениці озимої, а також у зерні після обмолоту після усіх попередників. На основі отриманих результатів визначали коефіцієнт накопичення важких металів зерном пшениці озимої з ґрунту.

Екологічна безпечність зерна пшениці озимої визначається інтенсивністю накопичення у ньому важких металів, що зумовлено рівнем забруднення цими елементами та коефіцієнтом їх переходу в зернову масу.

Результати досліджень свідчать, що концентрація свинцю у ґрунті на початку вегетації пшениці озимої після бобових попередників становила 1,11–2,83 мг/кг, тоді як на ділянці пшениці озимої, попередником якої була ку-

курудза на силос — на 11,3–65,2% більшою, що становить 3,19 мг/кг. Найнижча концентрація свинцю була у варіанті з попередником еспарцетом піщаним, а найвища — з люцерною посівною (табл. 1).

Порівняно з показником ГДК свинцю у ґрунті (6,0 мг/кг), у всіх варіантах дослідження концентрація металу була значно нижчою, зокрема, за попередника еспарцету піщаного в 5,4 раза, лядвенцю рогатого — в 4,9, конюшини лучної, козлятника східного і буркуну білого — у 4,1–4,2, люцерни посівної і кукурудзи на силос — в 3,4 раза.

Фактична концентрація кадмію у ґрунті пшениці озимої становила 0,10–0,22 мг/кг. Найменша концентрація цього металу у ґрунті була зафіксована після попередника еспарцету піщаного і лядвенця рогатого, а найбільша — після люцерни посівної. Концентрація кадмію у варіанті з попередником кукурудзою на силос становила 0,16 мг/кг, що у 1,6 раза більше, ніж після попередника еспарцету піщаного, та у 1,4 раза менше, ніж для люцерни посівної.

Граничнодопустима концентрація кадмію у ґрунті становить 0,70 мг/кг, що значно більше фактичного вмісту цього елемента у всіх варіантах дослідження, зокрема, після попередника еспарцету піщаного в 7 раз, лядвенцю рогатого — в 6,4, козлятника східного — в 5,4, буркуну білого — у 4,7, кукурудзи на силос — в 4,4, конюшини лучної і люцерни посівної — в 3,7 та 3,2 раза відповідно.

Концентрація міді у ґрунті після різних попередників пшениці озимої становила 0,17–0,25 мг/кг, а після кукурудзи на силос була у 1,4–2,0 рази більшою — 0,34 мг/кг. Серед бобових багаторічних трав, як попередників пшениці озимої найменшу концентрацію міді у ґрунті зафіксовано у варіантах із еспарцетом

Таблиця 1

**Концентрація важких металів у ґрунті при вирощування пшениці озимої після попередників бобових багаторічних трав, мг/кг**

Попередник	Свинець		Кадмій		Мідь		Цинк	
	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична
Люцерна посівна	6,0	1,75	0,70	0,22	3,0	0,25	23,0	1,05
Конюшина лучна	6,0	1,42	0,70	0,19	3,0	0,20	23,0	0,83
Еспарцет піщаний	6,0	1,11	0,70	0,10	3,0	0,17	23,0	0,64
Буркун білий	6,0	1,46	0,70	0,15	3,0	0,20	23,0	0,86
Лядвенець рогатий	6,0	1,23	0,70	0,11	3,0	0,18	23,0	0,65
Козлятник східний	6,0	1,45	0,70	0,13	3,0	0,20	23,0	0,81
Кукурудза на силос	6,0	1,76	0,70	0,16	3,0	0,34	23,0	0,94

підганим і лядвенцем рогатим, а найбільшу — з люцерною посівною.

Граничнодопустима концентрація міді у ґрунті становить 3,0 мг/кг. Фактична концентрація після попередника еспарцету піщаного була менша від ГДК у 17,7 раза, лядвенцю рогатого — у 16,7, козлятнику східного, буркуну білого і конюшини лучної — у 15,0 разів, люцерни посівної — у 12,0, а кукурудзи на силос — у 8,8 раза.

Концентрація цинку у ґрунті становила 0,64–1,05 мг/кг. Найвища вона була після попередника люцерни посівної, а найменша — після еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого. У варіанті з попередником кукурудзою на силос концентрація цинку була у межах показника бобових багаторічних трав.

Граничнодопустима концентрація цинку у ґрунті становить 23,0 мг/кг. Фактична концентрація цього металу була значно нижчою ГДК, зокрема, після попередника еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого — у 35,7 раза, конюшини лучної і козлятника східного — у 28,1, буркуну білого — у 26,8, люцерни посівної — у 21,9, кукурудзи на силос — у 24,5 раза.

Результати досліджень свідчать, що бобові багаторічні трави, як попередники пшениці озимої впливають на накопичення важких металів у ґрунті: еспарцет піщаний найбільше знижує у посівах пшениці озимої концентрацію у ґрунті свинцю, кадмію, міді, цинку; лядвенець рогатий найбільше серед інших трав знижує в послідувачі роки концентрацію кадмію, міді і цинку; люцерна посівна зберігає найвищу концентрацію у ґрунті свинцю, кадмію, міді та цинку; кукурудза на силос має вищий рівень накопичення у ґрунті, порівняно з бобовими травами, свинцю та міді, проте накопичення кадмію і цинку є подібним до бобових трав;

серед бобових багаторічних трав менше накопичують у ґрунті кадмію, ніж кукурудза на силос, еспарцет піщаний, лядвенець рогатий та козлятник східний, а цинку — усі трави, окрім люцерни посівної.

Концентрація свинцю у зерні пшениці озимої залежно від бобових попередників становила 1,58–2,07 мг/кг. Найменше свинцю у зерні було після попередника еспарцету піщаного, а найбільше — після лядвенцю рогатого. Концентрація свинцю у зерні пшениці озимої після кукурудзи на зерно була вищою, ніж після бобових багаторічних трав у 1,9–2,5 раза (табл. 2).

Граничнодопустима концентрація свинцю у зерні пшениці озимої становить 0,5 мг/кг. Фактична концентрація цього елемента у зерні пшениці озимої після усіх попередників була вищою від ГДК. Зокрема після еспарцету піщаного у 3,2 раза, конюшини лучної — у 3,3, козлятника східного і люцерни посівної — у 3,7, буркуну білого — у 4,1, лядвенцю рогатого — у 4,5 і кукурудзи на силос — у 7,8 раза.

Фактична концентрація кадмію у зерні пшениці озимої після бобових попередників становила 0,13–0,20 мг/кг, а після кукурудзи на силос була у 1,7–2,6 раза вищою. Найнижча концентрація кадмію у зерні пшениці озимої була після попередника козлятника східного, а найвища — після лядвенцю рогатого.

Граничнодопустима концентрація кадмію у зерні пшениці озимої становить 0,1 мг/кг. Фактична — була вищою, зокрема, після попередника козлятника східного у 1,3 раза, конюшини лучної та люцерни посівної — у 1,6, еспарцету піщаного і буркуну білого — у 1,7, лядвенцю рогатого — у 2 та кукурудзи на силос — у 3,4 раза.

Концентрація міді у зерні пшениці озимої після бобових попередників становила

Таблиця 2

Концентрація важких металів у зерні пшениці озимої залежно від попередників бобових багаторічних трав, мг/кг

Попередник	Свинець		Кадмій		Мідь		Цинк	
	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична	ГДК	Фактична
Люцерна посівна	0,5	1,86	0,1	0,16	10,0	4,18	50,0	24,84
Конюшина лучна	0,5	1,67	0,1	0,16	10,0	3,88	50,0	21,62
Еспарцет піщаний	0,5	1,58	0,1	0,17	10,0	3,90	50,0	22,16
Буркун білий	0,5	2,07	0,1	0,17	10,0	4,30	50,0	24,22
Лядвенець рогатий	0,5	2,23	0,1	0,20	10,0	4,61	50,0	22,56
Козлятник східний	0,5	1,83	0,1	0,13	10,0	4,05	50,0	25,24
Кукурудза на силос	0,5	3,90	0,1	0,34	10,0	9,91	50,0	39,95

3,88–4,61 мг/кг. Найменшою вона була після конюшини лучної і еспарцету піщаного, а найбільшою — після лядвенцю рогатого. Після кукурудзи на силос концентрація міді була у 2,6–2,2 раза більшою, ніж після бобових багаторічних трав.

Граничнодопустима концентрація міді у зерні пшениці озимої становить 10,0 мг/кг. Фактична концентрація металу у зерні була нижчою від ГДК: після конюшини лучної і еспарцету піщаного — у 2,6 раза, козлятника східного — у 2,5, люцерни посівної — у 2,4, буркуну білого — у 2,3, лядвенцю рогатого — у 2,2, кукурудзи на силос — у 1,01 раза.

Фактична концентрація цинку у зерні пшениці озимої після бобових попередників становила 21,62–25,24 мг/кг. Найменшою вона була після конюшини лучної, а найбільшою — після козлятника східного. Концентрація цинку у зерні після кукурудзи на силос була у 1,6–1,9 раза більшою, ніж після бобових багаторічних трав.

Граничнодопустима концентрація цинку у зерні пшениці озимої становить 50,0 мг/кг. Фактична концентрація цього елемента була нижчою від ГДК, зокрема, після конюшини лучної і еспарцету піщаного — у 2,3 раза, лядвенцю рогатого — у 2,2, буркуну білого — у 2,1, люцерни посівної і козлятника східного — у 2,0 рази.

На основі проведених досліджень щодо накопичення важких металів у зерні пшениці озимої після її вирощування після різних бобових попередників, можемо констатувати, що: еспарцет піщаний, як попередник пшениці озимої сприяє накопиченню у зерні пшениці озимої найменшої кількості свинцю і міді; лядвенець рогатий зумовлює накопичення у зерні пшениці озимої найбільшої кількості свинцю, кадмію, міді; козлятник східний забезпечує найменше накопичення у зерні культури кадмію, але спричиняє найбільше накопичення

цинку; конюшина лучна сприяє найменшому накопиченню у зерні культури міді і цинку; попередник кукурудза на силос зумовлює накопичення усіх досліджуваних важких металів у зерні пшениці озимої у 1,6–2,7 раза більше, ніж усі досліджувані бобові попередники; використання бобових попередників зумовлює накопичення у зерні пшениці озимої свинцю та кадмію понад рівень ГДК, але значно менше, ніж після попередника кукурудзи на силос, а міді і цинку — значно менше від ГДК.

Основним показником ефективності попередників щодо зниження інтенсивності акумуляції важких металів у зерні є коефіцієнт накопичення важких металів у зерні пшениці озимої, який визначається як відношення концентрації важких металів у зерні до концентрації важких металів у ґрунті. Чим нижчим буде отриманий показник, тим ефективнішим є агроекологічний вплив попередника на основну культуру.

Коефіцієнт накопичення свинцю зерном пшениці озимої після бобових попередників становив 1,07–1,82. Найвищим він був після лядвенцю рогатого, а найнижчим — після люцерни посівної. Коефіцієнт накопичення після кукурудзи на силос був у 1,2–2,1 раза вищим, ніж після попередників бобових багаторічних трав (табл. 3).

Коефіцієнт накопичення кадмію зерном пшениці озимої після бобових попередників становив 0,73–1,82. Найвищим він був після лядвенцю рогатого, а найнижчим — після люцерни посівної. Коефіцієнт накопичення після кукурудзи на силос був у 1,2–2,9 раза більшим, ніж після бобових багаторічних трав.

Коефіцієнт накопичення міді зерном пшениці озимої після бобових попередників становив 16,72–25,62. Найвищим він був після лядвенцю рогатого, а найнижчим — після люцерни посівної. Коефіцієнт накопичення після кукурудзи на силос був у 1,1–1,8 раза вищим, ніж після бобових багаторічних трав.

Таблиця 3

Коефіцієнт накопичення важких металів у зерні пшениці озимої

Попередник	Свинець	Кадмій	Мідь	Цинк
Люцерна посівна	1,07	0,73	16,72	23,66
Конюшина лучна	1,18	0,85	19,40	26,05
Еспарцет піщаний	1,43	1,70	22,95	34,63
Буркун білий	1,42	1,14	21,50	28,17
Лядвенець рогатий	1,82	1,82	25,62	34,71
Козлятник східний	1,27	1,00	20,25	31,16
Кукурудза на силос	2,22	2,13	29,15	42,50

Коефіцієнт накопичення цинку зерном пшениці озимої після бобових попередників становив 23,66–34,71. Найвищим він був після лядвенцю рогатого і еспарцету піщаного, а найнижчим — після люцерни посівної. Коефіцієнт накопичення після кукурудзи на силос був у 1,2–1,8 раза вищим, ніж після бобових багаторічних трав.

### ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень встановлено: попередник люцерна посівна дає змогу забезпечити найнижчий коефіцієнт переходу свинцю, кадмію, міді і цинку з ґрунту у зерно пшениці озимої; лядвенець рогатий серед усіх бобових багаторічних трав у досліді зумовлює найвищий коефіцієнт переходу свинцю, кадмію, міді і цинку з ґрунту у зерно пшениці озимої; еспарцет піщаний — найвищий коефіцієнт переходу цинку з ґрунту у зерно культури; традиційний попередник пшениці озимої кукурудза на силос зумовлює у 1,1–2,9 раза вищий коефіцієнт переходу усіх досліджуваних важких металів з ґрунту у зерно пшениці озимої, ніж бобові багаторічні попередники; усі досліджувані важкі метали можуть накопичуватись у зерні пшениці озимої у значно вищій концентрації, ніж їх концентрація у ґрунті, особливо мідь та цинк.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Троїцький М.О.* Міграція важких металів у ланці «ґрунт-рослина» в агроландшафтах степу України [Електронний ресурс] / М.О. Троїцький, Л.А. Дмитрієва. — Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua>. — Назва екрану.
2. *Флоря Л.В.* Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур у північно-західному Причорномор'ї / Л.В. Флоря // Вісник Одеського державного екологічного університету. — 2012. — Вип. 13. — С. 131–141.
3. Особливості акумуляції важких металів в рослинах *TRIFOLIUM PRATENSE* L. / Г.М. Денчиля-Сакаль, В.І. Ніколайчук, А.В. Колесник та ін. // Науковий вісник Ужгородського університету. — 2012. — Вип. 33. — С. 189–191. — (Серія: Біологія).
4. *Герасимчук Л.О.* Міграція Cu, Zn, Pb, Cd у системі «ґрунт-рослина» / Л.О. Герасимчук, Р.А. Валерко // Вісник Харківського національного аграрного університету. — 2013. — № 1. — С. 244–248.
5. *Довгопола К.А.* Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті та *TRIFOLIUM PRATENSE* L. [Електронний ресурс] / К.А. Довгопола. — Режим доступу: [www.irbis-nbuv.gov.ua/](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/). — Назва з екрану.

УДК 635.652 : 631.52

## СОРТИ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ ЯК ЧИННИК ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

*О.В. Мазур*  
аспірант

*Вінницький національний аграрний університет*

Представлено аналіз екологічної пластичності та стабільності сортозразків квасолі звичайної за стійкістю до ураження хворобами залежно від сортових особливостей та впливу умов навколишнього середовища. Сортозразки диференційовано за мінливістю стійкості відповідно до їхньої реакції на умови вирощування в зоні проведення досліджень. Оцінка і розподіл за величиною пластичності і стабільності стійкості сортозразків до хвороб дали змогу виділити екологічно пристосовані генотипи за стійкістю до хвороб.

**Ключові слова:** екологічна пластичність, стабільність, сортозразки, стійкість до хвороб, коефіцієнт варіації, коефіцієнт регресії.

Надзвичайно велика інтенсифікація сільськогосподарських культур уможливила наблизувати фактичний урожай до генетичний потенціалу, що закладений у сортах і гібридах. Проте застосування широкого спектра засобів хімічного захисту рослин, мінеральних добрив підвищує в рази забруднення довкілля, накопи-

чення шкідливих речовин у сільськогосподарській продукції. Це призводить до загострення проблеми екології та збереження природного середовища. Одним із шляхів виходу з такої ситуації є створення еколого-адаптивних сортів, у тому числі й квасолі звичайної, стійких до ураження хворобами, що сприятиме змен-