

## СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЗЕРНОВИМИ КОЛОСОВИМИ КУЛЬТУРАМИ В ПРОМИСЛОВОМУ РЕГІОНІ

*Вінюков О. О., Коноваленко Л. І., Бондарева О. Б., Василенко Т. Ф.*

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

В статті висвітлено дослідження впливу сортових факторів на накопичення важких металів в зерні пшениці озимої і ячменю ярого. Визначені коефіцієнти біологічного поглинання Си, Zn, Cd і Pb цими культурами. Встановлено, що інтенсивність накопичення токсикантів змінюється в ряду Zn > Си > Cd > Pb.

*Ключові слова:* пшениця озима, ячмінь ярий, сорт, важкі метали

Однією з глобальних агроекологічних проблем теперішнього часу є забезпечення населення якісними, екологічно безпечними продуктами харчування. Зарубіжний продовольчий ринок значною мірою орієнтований на продукцію, яка відповідає таким показникам. Оскільки Україна є членом СОТ, то й Україні для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних продуктів харчування і продовольчої сировини, треба орієнтуватись на ці вимоги. У країнах ЄС принципи методології отримання якісної і безпечної сільськогосподарської продукції передбачають перехід від контролю кінцевого продукту до прогнозування можливих негативних впливів та уникнення їх на стадії виробництва [1].

Одним із факторів негативного впливу щодо вирощування і заготівлі продовольчої сировини рослинного походження для виготовлення високоякісної продукції є забруднення ґрунтів важкими металами. У зв'язку з цим є гостра потреба вивчення заходів запобігання дії цих токсикантів на сільськогосподарські культури.

В Україні показники безпеки зерна визначаються вмістом важких металів і регламентуються відповідними Державними стандартами (ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні умови.», ДСТУ 3768:2010 «Пшениця. Технічні умови.»). Для регіонів з високим рівнем техногенного навантаження на агроценози проблема відповідності сільгосппродукції сучасним стандартам якості і безпеки надзвичайно актуальна. Це пов'язано зі значною концентрацією промислових підприємств в регіоні, розгалуженою системою автомагістралей, тощо. В цих умовах екологічна безпека рослинної продукції значною мірою залежить від нагромадження полутантів промислового походження, серед яких найбільш поширеними є важкі метали. Вони можуть забруднювати ґрунти, змінювати його агрохімічні, мікробіологічні, екологічні властивості, мігрувати і забруднювати поверхневі, ґрунтові води та рослини [2]. Важкі метали затримують ріст і розвиток рослин, пригнічують важливі процеси метаболізму, що в подальшому знижує продуктивність і якість продукції [3, 4]. Взаємодія важких металів із компонентами біосфери вивчається понад два десятиріччя, проте масштаби проблеми не зменшуються внаслідок тривалості їх дії і здатності до інтенсивного накопичення в агроландшафтах.

Вирішення проблеми отримання екологічно безпечної продукції на територіях, що зазнають значного техногенного тиску, неможливе без пошуку шляхів зменшення біоаккумуляції важких металів. Науковцями встановлено, що толерантність рослин до важких металів пов'язана з активізацією в них комплексу захисних механізмів, серед яких виділяють зовнішні – не пов'язані з життєдіяльністю рослинного організму, які є наслідком властивостей ґрунту, здатних зменшувати потік іонів важких металів у рослину; і внутрішні, тобто ті, котрими володіє сама рослина [5, 6].

Зовнішні захисні пристосування є наслідком буферних властивостей ґрунту, у випадку з чорноземом звичайним – це вміст органічної речовини та рухомого фосфору, рН та ін.

Відомо, що за забруднення ґрунту важкими металами рослини, виявляють значні міжвидові і міжсортові відмінності у відповідь на забруднення [7, 8]. В роботах Яковишиної Е.Ф. [9, 10] проведено оцінку реакції-відгуку озимих культур на забруднення ґрунту Cd, Pb і Zn за факторами: врожайність, вміст важких металів, біохімічні показники якості зерна. Автором встановлено, що толерантність озимих до важких металів змінювалась в ряді: ячмінь озимий > пшениця озима > тритикале > жито озиме.

У ґрунтового покриві Донецької області домінують чорноземи, які становлять близько 74% від усієї площі сільськогосподарських угідь області. Основний фонд орних земель області складають чорноземи звичайні середньо- і малогумусні на лесах і лесовидних породах важкоглинистого та легкоглинистого механічного складу. Потужність ґрунтового профілю в них становить 65-85см, а поверхневого гумусового горизонту 35-40 см. Чорноземи, як відомо, характеризуються значною буферністю по відношенню до важких металів. В той же час для чорноземів у зв'язку з високою ємністю ґрунтового-геохімічних бар'єрів зростає небезпека прогресивного нагромадження важких металів у гумусовому шарі [11, 12]. Верхні гумусові горизонти міцно фіксують важкі метали. Небезпека полягає в тому, що хімічне забруднення довгий час може не виявлятися внаслідок буферності ґрунту і одночасно бути потужним фактором руйнування біосфери в цілому незалежно від роботи промисловості і надходження промислових поллютантів.

Урахування сортового фактору може забезпечити зменшення нагромадження важких металів в рослинах. Проте для умов техногенно напружених регіонів питання впливу сортових особливостей зернових колосових культур на накопичення токсичних елементів в зерні вивчені недостатньо.

**Мета досліджень** - вивчення впливу сортового фактору на накопичення важких металів в зерні ячменю ярого та пшениці озимої.

**Задача досліджень** - визначити стійкість до забруднення важкими металами зернових колосових культур з виявленням в межах однієї культури найбільш чутливих і толерантних сортів.

Дослідження виконувались у польовій сівозміні лабораторії землеробства, рослинництва та механізації Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України в 2012-2014 рр. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки – чорнозем звичайний, малогумусний, важкосуглинковий. Валовий вміст поживних речовин: N - 0,28-0,31%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,16-0,18%, K<sub>2</sub>O - 1,8-2,0%, вміст гумусу в орному шарі – 4,3-4,5%, рН – слабо лужна (рН<sub>водн</sub> – 7,50- 7,95).

Обробіток ґрунту звичайний, загальноприйнятий в господарствах області. Технологія вирощування ячменю ярого і пшениці озимої загальноприйнята в господарствах області. Посівна площа ділянки 88,2 м<sup>2</sup>, облікова – 62,7 м<sup>2</sup> повторність – триразова, розміщення ділянок систематичне.

Вміст важких металів визначали в зразках зерна та ґрунту, який відбирали з орного шару одночасно з рослинними зразками. Зразки ґрунту відбирали згідно з ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбирання проб». Відбір рослинних зразків для проведення аналітичних досліджень проводили згідно «Методичних вказівок по проведенню досліджень в довготривалих дослідках з добривами», ч. 1, 2., М., 1980.

Біопідготовка рослинного матеріалу проводилася відповідно ДОСТ 26929-94. Для визначення валової кількості важких металів ґрунт розкладали із застосуванням суміші кислот HCl+HNO<sub>3</sub>+HF з подальшим розчиненням залишку в HNO<sub>3</sub>. Потенційно рухомі форми важких металів визначали після екстрагування 1 моль/дм<sup>3</sup> HCl.

Вміст важких металів в зразках, що досліджувались, визначали атомно-абсорбційним методом на КАС-120.1 в режимі електротермічної атомізації [13]. Статистичну обробку результатів проводили за методикою Б.А. Доспехова (1985) [14].

**Результати досліджень.** Для досліджень були вибрані пшениця озима і ячмінь ярий. У Степу озима пшениця - основна зернова культура завдяки її високій продуктивно-

сті. Другим за продуктивністю і посівними площами є ярий ячмінь. Тому ці культури визначають виробництво зерна і продовольчу безпеку країни. В Донецькій області вони займають більш ніж 60% посівних площ.

Експериментальні дані свідчать, що показники акумулятивної здатності до важких металів зерна пшениці озимої залежать від особливостей сорту (табл.1). Для оцінки якості зернової продукції за вмістом важкого металу використовували загальноприйняті ГДК.

**Таблиця 1.** Вміст важких металів в зерні пшениці озимої різних сортів (2012-2014 рр.)

Сорт пшениці озимої	Урожайність, т/га	Вміст важких металів, мг/кг			
		Cu ГДК=10	Zn ГДК=50,0	Pb ГДК=0,5	Cd ГДК=0,1
Донецька 46	3,97	1,9	21,1	0,25	0,068
Донецька 48	5,19	4,1	28,1	0,13	0,024
Одеська 267	5,17	4,1	28,3	0,22	0,059
Олексіївка	4,83	4,1	28,1	0,25	0,051
Диво донецьке	5,55	1,9	25,7	0,22	0,046
Перемога	4,98	4,2	28,3	0,12	0,059
Білосніжка	5,35	3,8	26,7	0,12	0,050
Юзівська	5,67	4,3	27,6	0,16	0,041
Ігриста	4,47	3,3	23,4	0,12	0,023
Попелюшка	5,33	5,9	27,9	0,38	0,075
Богиня	5,18	3,6	24,7	0,16	0,044
Краплина	4,93	2,4	26,5	0,25	0,039
Колумбія	5,55	5,5	37,4	0,27	0,080
Жайвір	4,35	4,4	27,6	0,16	0,034
Епоха	5,76	3,9	27,2	0,12	0,022
Ужинок	5,86	4,2	23,2	0,19	0,022
Турунчук	5,65	3,6	28,2	0,25	0,019
НР <sub>0,5</sub>	0,47	0,98	2,1	0,09	0,01
Коефіцієнт варіації,%		26,8	12,2	35,1	42,2

Вміст важких металів в зерні всіх досліджених сортів не перевищував ГДК. Але за експериментальними результатами виявлено значне варіювання по елементам і сортам, тобто рівень накопичення важких металів в зерні пшениці озимої залежить від генетичних особливостей сорту і властивостей елементу.

Накопичення цинку по сортам характеризується найбільшою стабільністю, коефіцієнт варіації має саме низьке значення 12,2. Вміст цинку змінюється в межах 0,40-0,75 часток ГДК. Максимальне накопичення цинку 37,4 мг/кг відмічене для сорту Колумбія. Мінімальний вміст цинку 21,1 мг/кг був в зерні сорту Донецька 46. Мідь накопичувалась в зерні від 0,19 до 0,59 часток ГДК.

Вміст свинцю і кадмію відзначається більшою мінливістю, на що вказують підвищені коефіцієнти варіації. Це обумовлене тісним взаємозв'язком накопичення цих елементів з сортовими особливостями пшениці озимої. Так, вміст свинцю в зерні знаходиться в межах 0,12-0,38 мг/кг, відрізняється майже в 3 рази. Найбільш чутливим до поглинання свинцю (0,76 часток ГДК) був сорт Попелюшка. Мінімальне накопичення свинцю відмічене для сортів Донецька 48, Перемога, Білосніжка, Епоха. Вміст кадмію в зерні пшениці озимої змінювався від 0,022 мг/кг до 0,080 мг/кг, тобто 0,22 і 0,8 часток ГДК. Із табл.1 видно, що найменший вміст кадмію спостерігався у сортів Ігриста, Епоха, Турунчук, Ужинок, Донецька 48. Максимальний вміст кадмію виявлено у сорту Колумбія. Ці дані свідчать про наявність сортів пшениці озимої більш толерантних до поглинання важких металів, особливо 1 касу небезпеки. Це слід враховувати при підборі сортів пшениці озимої для вирощуванні цієї культури в зонах значного техногенного навантаження, що знизить ризик забруднення продукції Pb і Cd.

Щодо вмісту важких металів в зерні ячменю ярого (табл. 2) також не відмічене перевищення ГДК.

**Таблиця 2** Вміст важких металів в зерні ярого ячменю різних сортів (2012-2014 рр.)

Сорт ячменю ярого	Урожайність, т/га	Вміст важких металів, мг/кг			
		Cu ГДК=10,0	Zn ГДК=50,0	Pb ГДК=0,5	Cd ГДК=0,1
Партнер	3,32	3,50	24,5	0,39	0,059
Донецький14	3,53	3,72	20,9	0,19	0,047
Донецький15	3,48	3,97	25,9	0,27	0,061
Східний	3,80	4,21	26,9	0,32	0,072
Аверс	3,68	4,32	24,1	0,24	0,051
Степовик	3,57	3,50	35,6	0,46	0,059
Щедрик	3,63	3,17	38,1	0,41	0,038
Сталий	3,90	4,00	29,1	0,39	0,031
Аграрій	3,39	3,67	26,8	0,47	0,070
Взірець	3,49	4,80	34,1	0,46	0,081
Сталкер	2,94	4,46	34,4	0,49	0,070
Аватар	3,63	5,00	37,0	0,38	0,081
Чарівний	2,90	4,37	32,7	0,40	0,050
Вакула	2,97	4,06	27,3	0,37	0,059
НІР <sub>0,5</sub>	0,30	1,1	2,5	0,09	0,01
Коефіцієнт варіації, %		12,2	17,2	25,0	23,3

Із даних табл. 2 видно, що накопичення важких металів в зерні ячменю ярого характеризується меншою мінливістю в порівнянні з пшеницею озимою окрім цинку. Для ячменю ярого найбільш стабільне накопичення міді, коефіцієнт варіації має саме низьке значення 12,3. Поглинання міді по сортам змінювалось в межах 0,32-0,50 часток ГДК. Коефіцієнт варіації вмісту Zn був нижчим за озиму пшеницю і становив 17,2. Коефіцієнти варіації вмісту Pb і Cd мають більші значення ніж для вмісту Cu і Zn. Це свідчить про більшу залежність накопичення Pb і Cd від сорту. Але варіювання вмісту цих елементів в зерні ячменю ярого було меншим ніж для пшениці озимої.

В межах ячменю ярого найбільш стійким до забруднення свинцем був Донецький 14, а чутливим – Сталкер. Відносно кадмію найбільш толерантним був сорт Сталий. В зерні сортів Аватар і Взірець відмічене найбільше накопичення кадмію - 0,8 часток ГДК.

Порівняння накопичення Pb і Cd в зерні пшениці озимої і ячменю ярого вказує на більшу чутливість до них ячменю ярого. Мінімальний вміст свинцю 0,24 частки ГДК був в зерні пшениці озимої, в зерні ячменю ярого-0,38ГДК. Мінімальний вміст кадмію, відповідно, 0,19 і 0,30 ГДК. Це імовірно обумовлено різницею в будові кореневої системи, яка є бар'єром проти транспорту важких металів в системі ґрунт – рослина. В чорноземах завдяки значному вмісту гумусу катіони металів закріплюються органічною речовиною в шарі 0–30 см і забруднення формується, головним чином, в орному шарі.

Основна частина кореневої системи ранніх ярих міститься в шарі 5–20 см, що обумовлює більшу чутливість до важких металів. У пшениці озимої в осінній період інтенсивно росте коренева система. Під час куцання коренева система досягає глибини 50–60 см, тому навесні її більша частина знаходиться в шарі, який містить значно меншу кількість рухомих форм важких металів.

Відомо, що рослини здатні вибірково поглинати і накопичувати елементи, необхідні для їх росту та розвитку. Інтенсивність біоаккумуляції важких металів оцінювали за допомогою коефіцієнта біологічного поглинання, який дозволяє зробити висновок про ступінь доступності елемента для рослин та його поведінки в системі ґрунт – рослина. Коефіцієнт біологічного поглинання визначали за співвідношенням хімічного елемента в золі рос-

лин до його вмісту в ґрунті. Для цього попередньо в ґрунті було визначено вміст валових і потенційно рухомих форм важких металів (табл. 3.)

**Таблиця 3.** Вміст важких металів в ґрунті дослідних ділянок

Варіант досліджу	Вміст важких металів, мг/кг							
	Cu		Zn		Pb		Cd	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Пшениця озима	22,9	7,5	65,3	38,0	16,7	2,55	1,1	0,35
Ячмінь ярий	22,2	6,8	62,7	30,2	15,1	2,28	0,8	0,24
Фоновий вміст [14]	22	5	55	10	13	5	1	<0,3
НІР <sub>0,5</sub>		0,6		1,6		0,4		0,07

1\* -валові форми, 2\*- потенційно рухомі форми.

Підвищений до фонового рівня вміст міді, цинку і свинцю обумовлений тим, що дослідне поле розташовувалось в зоні впливу Авдіївського коксохімічного заводу, з аеральними емісіями якого щорічно в оточуюче середовище надходить 5,0 т важких металів та їх сполук [15]. Серед них 1,3 т цинку, 0,8 т свинцю, 0,28 т міді та 0,08 т кадмію.

В табл. 4 наведені коефіцієнти біологічного поглинання важких металів для пшениці озимої і ячменю ярого відповідно.

**Таблиця 4.** Інтенсивність біоаккумуляції важких металів в зерні

Сорт пшениці озимої	Коефіцієнт біологічного поглинання				Сорт ярого ячменю	Коефіцієнт біологічного поглинання			
	Cu	Zn	Pb	Cd		Cu	Zn	Pb	Cd
Донецька 46	0,25	0,56	0,10	0,19	Партнер	0,51	0,81	0,17	0,25
Донецька 48	0,55	0,74	0,05	0,07	Донецький14	0,55	0,69	0,08	0,20
Одеська 267	0,55	0,74	0,09	0,17	Донецький15	0,58	0,86	0,12	0,25
Олексіївка	0,55	0,74	0,10	0,15	Східний	0,62	0,89	0,14	0,30
Диво донецьке	0,25	0,68	0,09	0,13	Аверс	0,64	0,80	0,11	0,21
Перемога	0,56	0,74	0,05	0,17	Степовик	0,51	1,18	0,20	0,25
Білосніжка	0,51	0,70	0,05	0,14	Щедрик	0,47	1,26	0,18	0,16
Юзівська	0,57	0,73	0,06	0,12	Сталий	0,59	0,96	0,17	0,13
Ігрита	0,44	0,62	0,05	0,07	Аграрій	0,54	0,89	0,21	0,29
Попелюшка	0,79	0,73	0,15	0,21	Взірець	0,71	1,13	0,20	0,34
Богиня	0,48	0,65	0,06	0,13	Сталкер	0,66	1,14	0,21	0,29
Краплина	0,32	0,70	0,10	0,11	Аватар	0,74	1,23	0,17	0,34
Колумбія	0,73	0,98	0,11	0,23	Чарівний	0,64	1,08	0,18	0,21
Жайвір	0,59	0,73	0,06	0,10	Вакула	0,60	0,90	0,16	0,25
Епоха	0,52	0,72	0,05	0,06					
Ужинок	0,56	0,61	0,07	0,06					
Турунчук	0,48	0,74	0,10	0,05					

Експериментальні дані вказують на специфічність накопичення важких металів в зерні сільськогосподарських культур. Мідь та цинк поглинаються рослинами значно активніше, оскільки вони є важливими мікроелементами, які необхідні для життєдіяльності рослинних організмів у кількостях в рази вище, ніж свинець та кадмій - елементи найбільш токсичного 1 класу небезпеки. По інтенсивності переходу із ґрунту в рослини пшениці озимої і ячменю ярого елементи розташовуються в ряд Zn > Cu > Cd > Pb.

Встановлена значна варіабельність накопичення свинцю і кадмію в зерні пшениці озимої і ячменю ярого в залежності від сорту.

Дані таблиці 4 вказують на наявність сортів пшениці озимої та ячменю ярого з високою толерантністю до токсикантів, наприклад сорти пшениці озимої Донецька 48, Білосніжка, Епоха, сорти ячменю ярого Донецький 14, Донецький 15, Аверс.

Таким чином, підбір сортів ячменю ярого і пшениці озимої стійких до накопичення важких металів дасть змогу отримувати високоякісне зерно, що в умовах індустриальних регіонів має велике практичне значення.

**Висновки.** Генетичні особливостей сорту певною мірою впливають на рівень накопичення важких металів в зерні пшениці озимої і ячменю ярого і, відповідно, на його відповідність санітарно-гігієнічним і екологічним нормам. Інтенсивність нагромадження елементів в зерні пшениці озимої і ячменю ярого має таку залежність  $Zn > Cu > Pb > Cd$ .

Встановлена значна варіабельність накопичення свинцю і кадмію в зерні пшениці озимої і ячменю ярого в залежності від сорту. Дані вказують на наявність сортів цих культур з високою толерантністю до токсикантів, наприклад сорти пшениці озимої Донецька 48, Білосніжка, Епоха, сорти ячменю ярого Донецький 14, Донецький 15, Аверс.

Підбір сортів ячменю ярого і пшениці озимої стійких до накопичення важких металів дасть змогу отримувати високоякісне зерно, яке відповідає санітарно-гігієнічним і екологічним нормам, що в умовах індустриальних регіонів має велике практичне значення.

### Список використаних джерел

1. Фурдичко О.І., Дем'янюк О.С. Якість і безпека сільськогосподарської продукції в контексті продовольчої безпеки // *Агроєкологічний журнал* – 2014. №1. – С. 7 – 10.
2. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: метод. рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко, В. В. Макаренка. – К., 2008. – 84 с.
3. Кривіч Н. Я. Вміст важких металів у ґрунті під озимую пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку / Н. Я. Кривіч, Ю. А. Білявський, Я. П. Мандзик // *Вісн. ДАУ*. – 2004. – № 1. – С.61–68.
4. Самохвалова В. Л. Аспекты изучения и оценка состояния загрязненной тяжелыми металлами системы почва-растение / В. Л. Самохвалова, А. И. Фатеев, И. М. Журавлева // *Агроєкологічний журнал*. – 2008. — № 1. – С. 28–36.
5. Фатеев А.И., Мирошниченко Н.Н., Самохвалова В.Л. Миграция, транс- локация и фитотоксичность тяжелых металлов при полиэлементном загрязнении почвы // *Агрохимия*. – 2001. – № 3. – С. 57–61.
6. Жеребная Л.А. Роль корневых систем в блокировании поступления тяжелых металлов в генеративные органы растений // *Труды Междунар. конф. “Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України”*. – Кн. 3 / *Агрохімія та ґрунтознавство*. – Вінниця, 2002. – С. 61–63.
7. Молчан И.М. Селекционно-генетические аспекты снижения содержания экотоксикантов в растениеводческой продукции // *Сельскохозяйственная биология*. -1996. -№ 1. - С. 55-66.
8. Медведев П.В., Федотов В.А. Исследование влияния природно-географических и сортовых факторов на накопление тяжелых металлов яровой пшеницей // *Вестник ОГУ*.-2009. -№6 (100). –С. 222-226. № 1. – С. 28–36.
9. Яковишина Т.Ф. Екологічна оцінка реакції-відгуку озимих зернових культур на забруднення ґрунту важкими металами *Вісник ДАУ // Технологія кормів і кормових добавок*.- 2008. - № 2 (23) т. 1.- С. 122-131.
10. Яковишина Т. Ф. Екологічна оцінка толерантності сортів озимої пшениці до забруднення важкими металами / Т. Ф. Яковишина // *Вісник /Сумський національний аграрний університет*.- Суми, 2009. - Вип.7 (17).- С.64-67.
11. Суяндуков Я.Т., Шагиева Ю.А. Особенности загрязнения черноземов тяжелыми металлами / Я.Т. Суяндуков, Ю.А. Шагиева // *Аграрная наука*. - 2008. - № 1. - С. 10-14.
12. Глазовская М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская // *Почвоведение*. - 1999. - № 1. - С. 114-124.

13. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. – М.:ЦИНАО, 1992. – 61 с.
14. Доспехов Б.А. Методика опытного дела / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.

### References

1. Furdychko O., Demyanyuk O. The quality and safety of agricultural products in the context of food security. Agroecological journal. 2014. 1: 7–10.
2. Ecological expertise of technologies for growing crops: method. recommendations. M. 2008.
3. Kryvich N., Bilyavskaya Yu. . Mandzyk Ya. The content of heavy metals in the soil under winter wheat and its performance depending on fertilization systems and methods of basic soil. News of DAU. 2004. 1: 61–68.
4. Samohvalova V.L., Fateev A.I. , Zhuravlev I.M. Aspects of the study and assessment of heavy metal pollution of the system soil-plant. Agroecological journal. 2008. 1:28–36.
5. Fateev A.I., Miroshnichenko N.N., Samokhvalova V.L. Migration, Transposition and Phytotoxicity of Heavy Metals during Polyelement Soil Pollution. Agrochemistry. 2001. 3: 57-61.
6. Zherebnaya L.A. The Role of Root Systems in Blocking the Entry of Heavy Metals into Generative Organs of Plants . Agrokhimiya ta runtoznavstvo. Vinnitsa. 2002. 3: 61-63.
7. Molchan I.M. Seleksionno-genetic aspects of reducing the content of ecotoxicants in crop production. Agricultural Biology. 1996. 1:55-66.
8. Medvedev P.V., Fedotov VA Investigation of the influence of natural-geographical and varietal factors on the accumulation of heavy metals by spring wheat. Vestnik OGU.2009. 6:222-226. 1:28-36.
9. Yakovishina T.F. Ecological evaluation of reaction-response of winter grain crops to soil contamination with heavy metals. Bulletin of GAU. Technology of fodder and fodder additives. 2008. 2 (23). t. 1:122-131.
10. Yakovishina T.F. Ecological assessment of tolerance of varieties of winter wheat to zabrudnena important metals. News of Sumi National Agricultural University. Sumi. 2009. 7 (17): 64-67.
11. Suyundukov Ya.T., Shagieva Yu.A. Features of pollution of chernozems with heavy metals. Agrarian Science. 2008. 1: 10-14.
12. Glazovskaya M.A. Problems and methods for assessing the ecological and geochemical stability of soils and soil cover to technogenic impacts. Pochvovedenie. 1999. 1: 114-124.
13. Methodical instructions for determination of heavy metals in soils of agricultural lands and crop production. Moscow: CINAО.1992.
14. Dospekhov BA. Methodology of experimental work. Moscow: Kolos. 1985.

## **СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЗЕРНОВЫМИ КОЛОСОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В ПРОМЫШЛЕННОМ РЕГИОНЕ**

***Винюков А. А., Коноваленко Л. И., Бондарева О. Б., Василенко Т. Ф.***  
Донецкая государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН

***Ключевые слова:** пшеница озимая, ячмень яровой, сорт, тяжелые металлы*

Комплексная оценка качества зерна ячменя ярового и пшеницы озимой включает показатели экологической безопасности, которая определяется содержанием тяжелых металлов. Один из способов решения проблемы получения экологически безопасной продукции – использование сортов сельскохозяйственных культур устойчивых к накоплению тяжелых металлов. Учет сортового фактора может обеспечить уменьшение накопления тяжелых металлов в растениях. Вопрос влияния сортовых особенностей зерновых колосовых

культур на накопление токсичных элементов в зерне для условий техногенно напряженных регионов изучен недостаточно.

Цель исследований - изучение влияния сортового фактора на накопление тяжелых металлов в зерне ячменя ярового и пшеницы озимой.

Задача исследований – определить устойчивость к загрязнению тяжелыми металлами зерновых колосовых культур с выявлением в пределах одной культуры наиболее чувствительных и толерантных сортов.

Исследования выполнялись в полевом севообороте Донецкой ГСО станции НААН Украины в 2012-2014 гг. На демонстрационных посевах ячменя ярового и пшеницы озимой изучалось влияние сортового фактора на накопление тяжелых металлов в зерне. Для оценки качества зерновой продукции по содержанию тяжелого металла использовали общепринятые ПДК. Содержание тяжелых металлов в образцах, которые исследовались, определяли атомно-абсорбционным методом на КАС-120.1 в режиме электротермической атомизации. Статистическую обработку результатов проводили по методике Б.А. Доспехова.

Интенсивность биоаккумуляции тяжелых металлов оценивали с помощью коэффициента биологического поглощения, который позволяет сделать вывод о степени доступности элемента для растений и его поведение в системе почва - растение. Коэффициент биологического поглощения определяли по соотношению химического элемента в золе растений к его содержанию в почве.

Генетические особенности сорта с определенной степенью влияют на уровень накопления тяжелых металлов в зерне и, соответственно, на его соответствие санитарно-гигиеническим и экологическим нормам. С использованием коэффициентов биологического поглощения, обнаружено, что интенсивность накопления элементов в зерне пшеницы озимой и ячменя ярового имеет такую зависимость  $Zn > Cu > Pb > Cd$ .

Содержание тяжелых металлов в зерне всех исследованных сортов не превышало ПДК, однако установлена значительная вариабельность накопления наиболее токсичных элементов свинца и кадмия в зерне пшеницы озимой и ячменя ярового в зависимости от сорта. Для пшеницы озимой содержание меди в зерне разных сортов изменялось в пределах 0,19-0,59 ПДК, содержание цинка было в интервале 0,42-0,75 ПДК. Большая зависимость от сорта проявлялась относительно свинца и кадмия. Интервал содержания свинца составлял 0,24-0,76 ПДК, кадмия - 0,19-0,80 ПДК. В зависимости от сорта ячменя ярового содержание тяжелых металлов в зерне изменялось в следующих пределах: медь 0,32-0,50 ПДК, цинк- 0,48-0,76 ПДК, свинец - 0,38-0,98 ПДК, кадмий - 0,30-0,80 ПДК. Данные указывают на наличие сортов этих культур с высокой толерантностью к токсикантам, например сорта пшеницы озимой Донецкая 48, Белоснежка, Эпоха, сорта ячменя ярового Донецкий 14 Донецкий 15, Аверс.

Подбор сортов ячменя ярового и пшеницы озимой устойчивых к накоплению тяжелых металлов позволит получать высококачественное зерно, что в условиях промышленных регионов имеет большое практическое значение.

## **VARIETAL FEATURES OF HEAVY METALS ACCUMULATION BY CEREAL CROPS IN THE INDUSTRIAL REGION**

*Vinyukov A., Konovalenko L., Bondareva O., Vasilenko T.*

Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences

*Key words: winter wheat, spring barley, variety, heavy metals*

Integrated assessment of the quality of barley grain of spring wheat and winter wheat includes indicators of environmental safety, which is determined by the content of heavy metals.



One way to solve the problem of obtaining ecologically safe products is to use varieties of agricultural crops resistant to the accumulation of heavy metals. Accounting for the varietal factor can provide a reduction in the accumulation of heavy metals in plants. The issue of the influence of varietal features of cereal crops on the accumulation of toxic elements in grain for the conditions of technogenically stressed regions has not been adequately studied.

The purpose of the research is to study the influence of the varietal factor on the accumulation of heavy metals in the grain of spring barley and winter wheat.

The task of the research is to determine the resistance to contamination by heavy metals of cereal crops with detection of the most sensitive and tolerant varieties within the same crop.

The investigations were carried out in the field rotation of the Donetsk SAS station of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2012-2014. In the demonstration crops of spring barley and winter wheat, the effect of the variety factor on the accumulation of heavy metals in grain was studied. For the evaluation of the quality of grain products, the conventional maximum permissible concentration limits were used for the content of heavy metals. The content of heavy metals in the samples that were studied was determined by the atomic absorption method at KAS-120.1 in the electrothermal atomization regime. The statistical processing of the results was carried out according to the "Methodology of experimental work" by Dospekhov B.A.

The intensity of bioaccumulation of heavy metals was assessed using a biological absorption coefficient, which allows us to infer the degree of availability of the element for plants and its behavior in the soil-plant system. The coefficient of biological absorption was determined from the ratio of the chemical element in the plant ash to its content in the soil.

The genetic characteristics of the variety with a certain degree affect the level of accumulation of heavy metals in the grain and, accordingly, its compliance with sanitary and environmental standards. Using the coefficients of biological absorption, it was found that the intensity of accumulation of elements in the grain of winter wheat and barley of spring wheat has such a dependence  $Zn > Cu > Pb > Cd$ .

The content of heavy metals in the grain of all the studied varieties did not exceed the MPC, however, a significant variability in the accumulation of the most toxic elements of plumbum and cadmium in wheat grain of winter and spring barley, depending on the variety. For wheat, the winter content of copper in the grain of different varieties varied within the limits of 0,19-0,59 MPC, the zinc content was in the interval 0,42-0,75 MPC. The great dependence on the variety was manifested with respect to plumbum and cadmium. The lead content interval was 0,24-0,76 MPC, cadmium 0,19-0,80 MPC. Depending on the type of barley spring, the content of heavy metals in the grain varied within the following limits: copper 0,32-0,50 MPC, zinc 0,48-0,76 MPC, plumbum 0,38-0,98 MPC, cadmium 0,30-0,80 MPC. The data indicate the presence of varieties of these crops with a high tolerance to toxicants, for example wheat varieties of winter Donetsk 48, Belosneshka, Epoch, varieties of spring barley Donetsk 14, Donetsk 15, Avers.

The selection of varieties of barley spring and wheat winter resistant to the accumulation of heavy metals will make it possible to obtain high-quality grain, which in the conditions of industrial regions is of great practical importance.