

---

---

## АГРОХІМІЯ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВО

---

---

УДК 631.81.095.337:631.453

В.М. Світовий, І.Д. Жиляк

### Вплив арсену і плумбуму на вирощену озиму пшеницю у чорноземі опідзоленому

*Уманський національний університет садівництва,  
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна*

Встановлено валовий вміст арсену і плумбуму та вміст їх рухомих форм у чорноземі опідзоленому. Досліджено пшеницю озиму на вміст арсену і плумбуму та виявлено перевищення ГДК за вмістом цих первнів у зерні пшениці озимої. Виявлено невідповідність градації ГДК рухомих форм плумбуму в ґрунтах реальному рівню забруднення зерна пшениці озимої цим металом.

**Ключові слова:** важкі метали, ґрунт, пшениця озима.

V.M. Svitovy, I.D. Zhylyak

### The Influence of Arsenic and Plumbum for Winter Wheat Grown in the Podzolized Chernozem

*Uman National University of Horticulture,  
1, Instytutska Str., Uman, Cherkasy reg., 20305, Ukraine*

The content of arsenic and plumbum in the podzolized chernozem and winter wheat grown on it was specified. The danger of winter wheat grain on the content of arsine and plumbum was revealed. Inconsistency found MCL gradation of mobile forms of lead in the soil of the real pollution of winter wheat this metal.

**Key words:** heavy metals, soil, winter wheat.

*Стаття поступила до редакції 10.05.2016; прийнята до друку 15.09.2016.*

## Вступ

Сучасні промислові процеси пов'язані з викидом у атмосферу, ґрунт і воду значних кількостей токсичних речовин антропогенного походження. Серед безлічі чужорідних хімічних речовин, що забруднюють навколишнє середовище, важкі метали займають особливе місце, бо вони є високотоксичні (першого класу небезпеки), включаються в харчові ланцюги та біоакумулюються в живих організмах [1, 2].

Серед важких металів виділяють біологічно важливі мікроелементи, що входять до складу ферментативних систем та біорегуляторів найважливіших фізіологічних процесів у живих організмах. Разом з тим надлишкова кількість мікроелементів спричиняє токсичний вплив на біоту. Значна кількість важких металів не є біомікроелементами, їх-

ня токсична дія виявляється за певних концентрацій, які регламентуються законодавством як гранично допустимі концентрації (далі – ГДК) [3]. До таких токсичних первнів належать арсен та плумбум. Основним джерелом забруднення ґрунту арсеном є речовини, за допомогою яких борються зі шкідниками сільськогосподарських рослин, зокрема, гербіциди та інсектициди. Арсен – це акумулятивна отрута, що викликає хронічні отруєння. Його сполуки провокують захворювання нервової системи, мозку, шкіри.

Дуже небезпечним для людини і всіх живих організмів є плумбум. Він надзвичайно токсичний. Велика кількість плумбуму надходить у ґрунт з виділенням вихлопних газів. Зона забруднення ґрунту уздовж автоtras становить понад двісті метрів навколо. Потрапляючи у ґрунт, плумбум поглинається рослинами, якими харчуються люди і тварини, в тому числі худоба, м'ясо якої також

присутнє в нашому меню. Від надлишку плумбуму страждає центральна нервова система, головний мозок, печінка і нирки. Він небезпечний своєю канцерогенною та мутагенною дією.

Проблемі надходження важких металів у ґрунт і рослини присвячена значна кількість наукових досліджень [4-6]. Однак, це питання залишається недостатньо вивченим, зокрема, в аспекті безпечності зерна пшениці, що вирощується на чорноземах опідзолених.

**Метою роботи було** визначити безпечність ґрунту та зерна пшениці озимої за вмістом арсену та плумбуму за умови тривалої відсутності внесення добрив.

## I. Експериментальна частина

**Об'єкт дослідження.** Досліджували ґрунт та зразки рослин озимої пшениці, яка вирощувалась на дослідних ділянках, розташованих в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової правобережної провінції України. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Фізико-хімічні властивості ґрунту: гідролітична кислотність – 3,32 смоль/кг, сума обмінних основ – 31,4 смоль/кг, ємність вбирання – 34,7 смоль/кг, ступінь насиченості ґрунту основами – 90,5 %.

**Методика досліджень.** Валовий вміст важких металів у ґрунті визначали X-промінеофлуоресцентним методом на приладі «ElvaX» компанії «Елватех».

Екстракцію рухомих форм важких металів з ґрунту проводили розчином 0,2 н хлоридної кислоти, аналогічно методу Кірсанова для визначення рухомих форм фосфору та калію в одній витяжці. Цю витяжку було обрано з огляду на те, що хлоридна кислота широко використовується як екстрагент рухомих форм первнів з ґрунтів для методу на основі індуктивнозв'язаної плазми [7-9].

Рухомі форми важких металів у ґрунті, валовий вміст важких металів у зеленій масі рослин пшениці озимої у фазі викидання колоса та зерна озимої пшениці досліджували на приладі Shimadzu Multitype ICP Emission Spectrometer.

## II. Результати та обговорення

Арсен широко розповсюджений у земній корі, в якій його міститься близько 3,4 мг/кг [10]. Валовий вміст арсену в ґрунтах різних країн може варіюватися від 0,1 до 50 мг/кг. Арсен потрапляє в навколишнє середовище з природних джерел внаслідок вивітрювання порід ґрунту [11]. Однак викиди з антропогенних джерел бувають більш значними порівняно з природними джерелами. Антропогенні джерела надходження арсену включають: викиди кольорової металургії; наслідки застосування пестицидів; спалювання вугілля, деревини і

відходів тощо. Арсен у ґрунтах, як правило, пов'язаний з глинистою фракцією і гідроксидами феруму та мангану в формі нерозчинних комплексів і є малорухомим. Проте в умовах відновлення утворюються розчинні рухомі форми арсену, які можуть потрапляти в ґрунтові води та засвоюватися рослинами. Арсен належить до речовин першого класу небезпеки [12]. Допустима норма надходження арсену в організм людини з їжею становить 0,3 мг/кг маси тіла в день [13]. Гранично допустима концентрація для валового вмісту арсену в ґрунті складає 2,0 мг/кг ґрунту [14], хоча орієнтовно допустима концентрація для суглинчастих ґрунтів дорівнює 10,0 мг/кг [15]. Існує твердження, що гранично допустимою концентрацією валового вмісту арсену треба вважати перевищення фонового рівня на 2,0 мг/кг [16].

За умов досліду валовий вміст арсену склав 16,9 мг/кг ґрунту. Це відповідає даним наукової літератури, коли в чорноземах важкосуглинкових знаходили валового арсену 15-22 мг/кг ґрунту [17]. Вважається, що ґрунти, які сформовані на лесовидних суглинках, мають валовий вміст арсену 10-40 мг/кг [18]. Однак слід відмітити, що валовий вміст арсену в ґрунті дослідів значно перевищує орієнтовно допустиму концентрацію арсену для суглинчастих ґрунтів, яка складає 10,0 мг/кг [15]. Можливо це пояснюється збільшенням вмісту арсену в сільськогосподарських землях із-за активного застосування хімікатів, що містять арсен. В.П. Кирилук відмічає збільшення вмісту валового арсену в землях сільськогосподарських угідь у порівнянні з відповідним показником цілини [19]. У деяких випадках рілля мала вміст арсену на 30-60% вище в порівнянні з цілиною [20].

У ґрунті дослідів виявлено рухомого арсену 0,22 мг/кг (табл. 1), що є відповідним рівнем рухомого арсену для чорноземних ґрунтів (0,19-0,62 мг/кг) [21]. ГДК для рухомих форм арсену в ґрунті не регламентується нормативними документами [14].

Відповідно до санітарних норм та правил ГДК вміст арсену в зерні пшениці озимої становить 0,2 мг/кг [22]. У зерні пшениці дослідів виявлено арсену 1,8 мг/кг, що перевищує ГДК у дев'ять разів. А.В. Ільїнський із співавторами наводить дані, що на чорноземах опідзолених значний вміст арсену в зерні злакових, зокрема вівса (3,1 мг/кг), спостерігався при вмісті рухомих форм арсену в ґрунті на рівні 0,30 мг/кг. При рівні в ґрунті рухомого арсену 0,10 мг/кг зерно вівса накопичувало лише 0,18 мг/кг. При цьому прослідковувалась закономірність, що солома вівса накопичувала від двох до семи разів більше арсену, ніж зерно [23]. Подібні тенденції характерні і для зерна пшениці озимої дослідів. Так, зелена маса пшениці озимої містила в 1,5 рази більше арсену, ніж зерно.

Харчовий раціон дорослих жителів України містить у середньому 165 мкг плумбуму на добу [24]. Всесвітня організація охорони здоров'я вста-

новила, що 300 мкг плюмбуму є гранично допустимою межею його вживання за добу для дорослих людей. Кларк плюмбуму в земній корі оцінюється в 12-20 мг/кг. Валового плюмбуму в ґрунтах України спостерігається до 20-100 мг/кг [25].

За умов досліду валовий вміст плюмбуму становить 20,6 мг/кг ґрунту. Ці результати кореспондуються з даними, приведеними у науковій літературі, де в лесовидному суглинку, що є ґрунтоутворюючою породою для чорноземів опідзолених, знаходили 10-25 мг/кг валового плюмбуму [25]. Т.А. Рожественська та А.В. Пузанов у чорноземах важкосуглинкових виявили валового плюмбуму на рівні 16-19 мг/кг ґрунту [17]. Вважається, що вміст у ґрунтах валового плюмбуму більше 32,0 мг/кг є токсичним [14].

Рухомий плюмбум у ґрунтах України знаходиться в межах 0,2-3,0 мг/кг ґрунту. Встановлено, що рухомого плюмбуму в ґрунті досліджених ділянок – 0,25 мг/кг, що відносять до низького вмісту рухомих форм цього первня в ґрунті (табл. 1). Такий вміст є значно меншим за ГДК рухомих форм плюмбуму, що становить 6,0 мг/кг ґрунту [14].

За даними Е.А. Кузнецова в зерні пшениці озимої, вирощеної на чорноземних ґрунтах, плюмбуму виявляли до 0,83 мг/кг [26]. В умовах нашого дослідження зерно пшениці озимої містить 0,5 мг/кг плюмбуму, що на рівні ГДК (0,5 мг/кг) встановленої державним стандартом [27]. Однак наказом Головного державного санітарного лікаря України [28] введено норму максимально допустимого рівня для плюмбуму в зерні продовольчої пшениці на рівні 0,2 мг/кг, що відповідає нормам, прийнятим у Європейському Союзі [29]. Таким чином, зерно пшениці, вирощене за умов дослідження, має вміст плюмбуму, що перевищує максимально допустимий рівень.

### Література

1. V. Francesco, *Int. J. Env. Res. Public. Health.*, 8 (2), 358 (2011).
2. H. Thomas, *Linus Pauling and the Chemistry of Life* (Oxford U. P., New York, 1998).
3. Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова, Н.А. Кошеленко, З.Н. Ткаченко, Тяжелые металлы в почвах и растениях и их аналитический контроль (КГАУ, Краснодар, 2001).
4. Р.А. Валерко, *Вісник ДАЕУ*, (1), 356 (2008).
5. С.В. Куркіна, Міграція важких металів у біотехнологічній системі з виробництва м'яса курчат-бройлерів (Автореф. дис. канд. с.-г. наук, Біла Церква, 2002).
6. М.О. Троїцький, *Науково-методичний журнал: МДГУ ім. Петра Могили, серія – Екологія*, 167 (179), 37 (2012).
7. William D. Middleton, *J. Of Arch. S.*, (23), 673 (1996).
8. M.R. Carter, E.G. Gregorich, *Soil Sampling and Methods of Analysis* (CRC Press Taylor & Francis Group, Abingdon, 2006).
9. Н.К. Okoro, *Scient. Reports*, 1 (3), 1 (2012).
10. К.Н. Wedepohl, *Geol. Run.*, 80 (2), 207 (1991).
11. *Toxicological profile for arsenic* (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, 2007).
12. ГОСТ 17.4.1.02.-83 (ГСНТИ, Москва, 1983).
13. I. Martin, *Soil Guideline Values for inorganic arsenic in soil: Science Report SC050021* (Envir. Agency, Bristol, 2009).
14. ГН 2.1.7.2041-06, *Бюл. норм. актов федер. орг. исполн. власти*, 10, 12 (2006).

Таблиця 1  
Вміст арсену та плюмбуму в ґрунті та рослинних зразках пшениці озимої, мг/кг сухої речовини

Хімічний первень	Валовий вміст	Рухома форма в ґрунті	Валовий вміст у пшениці	
			в зеленій масі	в зерні
As	16,9	0,22	2,6	1,8
Pb	20,6	0,25	0,3	0,5

Разом з тим, рівень рухомих форм плюмбуму в ґрунті ділянок дослідження значно нижчий за встановленого ГДК. Тому вбачається явна невідповідність градації ГДК рухомих форм плюмбуму до рівня забруднення зерна пшениці озимої цим первнем.

### Висновки

**1. Встановлено, що в чорноземі опідзоленому валовий вміст арсену перевищує орієнтовно допустиму концентрацію валового арсену для суглинних ґрунтів.**

**2. Виявлено невідповідність градації ГДК рухомих форм плюмбуму в ґрунті до реального рівня забруднення зерна пшениці озимої цим первнем.**

**3. Зерно пшениці озимої, яке вирощене за умов дослідження, має перевищення за вмістом арсену та плюмбуму.**

15. ГН 2.1.7.020-94: (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91) (Госкомсанэпиднадзора РФ, Москва, 1994).
16. О.С. Безуглова, А.А. Околелова, Живые и биокостные системы, 1, 12 (2012). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-7>.
17. Т.А. Рождественская, А.В. Пузанов, Мир науки, культуры, образования, 1 (8), 19 (2008).
18. Р.С. Аптикаев, Соединения мышьяка в почвах природных и антропогенных ландшафтов (Дис. канд. биол. наук, Москва, 2005).
19. В.П. Кирилюк, Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы (Pontos, Ch., 2006).
20. М.Е. Родионова, Фундаментальные исследования (3), 333 (2012).
21. С.В. Бабошкина, Мышьяк в компонентах окружающей среды Алтая (Автореф. дис. канд. биолог. наук, Новосибирск, 2005).
22. СанПиН 42-123-4089-86 (МЗ СССР, Москва, 1970).
23. А.В. Ильинский, Л.В. Кирейчева, Д.В. Виноградов, Л.И. Московкина, Вестник РГАТУ, 3 (27), 9 (2015).
24. В.І. Смоляр, Г.І. Петрашенко, Проблеми харчування (4), 13 (2007).
25. Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева, Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины (Наукова думка, Київ, 2002).
26. Е.А. Кузнецова, Фунд. и прикладные аспекты создания биосф.: матер. Междун. научно-техн. Интернет-конф. (УНПК, Орел, 2010).
27. ДСТУ 3768-04 (Держспоживстандарт України, Київ, 2004).
28. Про затвердження значення гігієнічного нормативу вмісту свинцю (Pb) в зерні продовольчої пшениці: Постанова № 3024.09.2010 (МОЗ, Держ. сан.-епід. служба, Голов. держ. сан. лікар Укр., Київ, 2010).
29. Com. Reg. (EC) No 1881/2006 (Offic. J. Of the Europ. Un., Luxembourg, 2006).

**Світовий Валерій Михайлович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри хімії.  
**Жиляк Іван Дмитрович** – кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії.