

УДК 631.81.095.337: 631.453  
© 2014

**В.М. СВІТОВИЙ,  
О.М. ГЕРКІЯЛ,**  
кандидати  
сільськогосподарських наук

**І.Д. ЖИЛЯК,**  
кандидат хімічних наук

Уманський національний  
університет садівництва

ЦИНК І КУПРУМ  
У ЧОРНОЗЕМІ  
ОПІДЗОЛЕНОМУ  
ТА ВИРОЩЕНІЙ НА НЬОМУ  
ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ

*Виявлено безпечність ґрунту та зерна пшениці озимої за вмістом цинку і купруму. Передбачається, що застосування мікродобрив, які містять ці елементи, буде доцільним на чорноземі опідзоленому при вирощуванні пшениці озимої.*

*Ключові слова: важкі метали, ґрунт, пшениця озима, рухомі форми цинку та купруму.*

Ґрунт – це вельми специфічний компонент біосфери, який є природним буфером, що контролює перенесення хімічних елементів і з'єднань в атмосферу, гідросферу і живі організми. Ґрунт є основним джерелом надходження мікроелементів у харчові ланцюги. Тривалість перебування металів у ґрунті значно більша, ніж в інших частинах біосфери. Із ґрунту хімічні елементи абсорбуються рослинами. Рослини, які з їжею потрапляють в організм, перетравлюються і засвоюються разом з мінеральними елементами [1].

Доктор Лайнус Полінг, лауреат Нобелівської премії з хімії (1954 р.), стверджував: “Ви можете простежити вплив мінералів за кожного захворювання або патологічного стану людини” [2]. Термін “важкі” застосовують для металів, питома маса яких перевищує 5 г/см<sup>3</sup>, хоча існує й інше визначення, за яким до важких металів належить понад 40 хімічних елементів з атомною масою вище 50 ат.од. Деякі елементи, незважаючи на відносно високу токсичність, є необхідними у мікродозах для нормальної життєдіяльності багатьох рослин і тварин. Прикладом цього є купрум та цинк, які належать до біологічно активних елементів і завжди містяться в організмі тварин і в рослинах.

**Метою даної роботи** було визначити безпечність ґрунту та зерна пшениці озимої за

вмістом цинку та купруму, а також попередньо оцінити перспективність застосування мікродобрив цих елементів на посівах пшениці озимої, що вирощується на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому.

**Методика проведення досліджень.** Досліджували ґрунт та рослини озимої пшениці, що вирощувалась у польовій сівозміні дослідного поля Уманського національного університету садівництва, де понад 45 років не вносили добрив. Це дає змогу дослідити фоновий уміст елементів, адже застосування добрив впливає на елементний склад ґрунту та рослин. Ділянки дослідної сівозміни розміщені в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньодніпровсько-Бузького округу Лісостепової правобережної провінції України. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Фізико-хімічні властивості ґрунту такі: обмінна кислотність – 5,3 рН, 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 %. Властивості ґрунту й рельєф дослідного поля за своїми особливостями відповідають ґрунтовим різновидам помірно континентальної східноєвропейської фації, у межах якої можуть бути розпо-

всюджені отримані в дослідях результати.

Валовий уміст у ґрунті досліджуваних металів встановлювали рентгенофлуоресцентним методом на приладі "Expert" НВП "ІНАМ".

Ґрунт є катіонітом, тому рухомі форми металів вилучають екстрагентами, що являють собою електроліти, здатні до обмінної адсорбції з ґрунтовим убирним комплексом. Існують різні методики для екстрагування рухомих форм металів. Вони можуть екстрагуватися різними екстрагентами, до того ж окремо взятий елемент може вилучатися специфічним екстрагентом. У результаті в різні за складом витяжки переходить різна кількість металів, що значно утруднює порівняння отриманих результатів. Хоча введення в практику новітніх експресних методів дослідження елементного складу витяжок, зокрема на основі індуктивно зв'язаної плазми, спонукає до пошуку екстрагентів, що дають можливість більш повноцінно і об'єктивно оцінити елементний склад рухомих елементів використовуючи один екстрагент. У наших дослідженнях вилучення рухомих форм важких металів проводили розчином 0,2 н соляної кислоти за методом Кірсанова для визначення рухомих форм фосфору та калію в одній витяжці. Цю витяжку було обрано з огляду на те, що соляна кислота широко використовується як екстрагент рухомих форм елементів з ґрунтів для методу на основі індуктивно зв'язаної плазми [3–5]. Зрозуміло, що подібну витяжку доцільно застосовувати на тих ґрунтах, для яких рекомендовано метод Кірсанова для екстракції рухомих форм фосфору та калію. Зокрема, на карбонатних ґрунтах застосовувати

**Вміст цинку і купруму в ґрунті та пшениці озимій, мг/кг**

Хімічний елемент	Ґрунт Пшениця	
	валовий зерно	рухомі форми рослина
Cu	$\frac{60}{3,0}$	$\frac{2,30}{4,3}$
Zn	$\frac{210}{8,7}$	$\frac{1,34}{17,6}$

як екстрагент соляну кислоту недоцільно.

Рухомі форми цинку та купруму в ґрунті, їх валовий уміст у зеленій масі рослин пшениці озимої у фазі викидання колоса та зерні озимої пшениці досліджувалися методом на основі індуктивно зв'язаної плазми на приладі Shimadzu Multitype ICP Emission Spectrometer.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Рекомендовані норми щоденного надходження цинку в організм людини 11 та 8 мг для чоловіків і жінок відповідно [6]. Кларк цинку в земній корі за даними різних авторів від 40 до 200 мг/кг. Валового цинку в ґрунтах України міститься 20–320 мг/кг, у межах впливу викидів промислових підприємств чорної та кольорової металургії вміст цинку досягає 1200 мг/кг [7]. Валового цинку в досліджуваному ґрунті – 210 мг/кг ґрунту, що відповідає показникам фоновому рівня для чорноземних ґрунтів (таблиця).

Рухомого цинку, екстрагованого кислотами екстрактами, у ґрунтах України може бути 4–20 мг/кг. Зазвичай у чорноземних ґрунтах рухомого цинку у витяжку соляної кислоти переходить 0,8–2,0 мг/кг. За градацією забезпеченості рівень рухомого цинку в досліджуваних ґрунтах низький. Цинк є біомікроелементом, необхідним для життя живих об'єктів. Однак його також відносять до важких металів, котрі в певних концентраціях є токсичними для живих організмів. Виходячи з рівня гранично допустимої концентрації (далі ГДК) для цинку, вміст його рухомих форм у ґрунті у 18 разів менший, ніж за ГДК (23 мг/кг) [8, 9]. У зеленій масі пшениці цинку виявлено 8,7 мг/кг сухої речовини. Згідно з градаціями забезпеченості рослин пшениці озимої цинком, його вміст у рослині є низьким [10]. У зерні пшениці озимої вміст цинку не перевищує ГДК (50 мг/кг) [11]. Таким чином, ґрунт та зерно пшениці озимої, вирощеної на ньому, є безпечними для людини за вмістом цинку. Враховуючи низьке забезпечення рослин пшениці у фазі колосіння цинком, можна прогнозувати ефективне застосування мікродобрих з цинком на чорноземі опідзоленому.

Купрум розглядається як важкий метал, а також як важливий мікроелемент, який піс-

ля заліза і цинку є третім мікроелементом за масою в організмі людини. Вважається, що організм дорослої людини містить близько 50 мг купруму. Оптимальний рівень споживання купруму для дорослого населення Європейського Союзу встановлено у розмірі 1,1 мг/добу [6]. За різними даними кларк купруму в земній корі 50–100 мг/кг. Валовий уміст купруму в ґрунтах України 15–100 мг/кг, а в межах територій впливу чорної та кольорової металургії може сягати 2500 мг/кг. Ґрунтотвірна порода – важкосуглинковий лес містить валового купруму 20–70 мг/кг [7]. У досліджуваному ґрунті валовий уміст купруму становить 60 мг/кг, що є звичайним для цього типу ґрунту. Рухомих форм, екстрагованих кислотами екстрактами на ґрунтах, не забруднених викидами промисловості, знаходять 0,24–15,5 мг/кг. Деякі науковці виявили у витяжці соляної кислоти в чорноземах звичайних на лесі 1,44–1,58 мг/кг рухомого цинку [7]. У досліджуваному зразку ґрунту нами виявлено рухомого купруму на рівні 2,3 мг/кг. Згідно з градаціями забезпеченості рухомими формами купруму такий ґрунт має середню забезпеченість цим елементом. При цьому ГДК рухомої форми купруму для ґрун-

ту становить 3,0 мг/кг, тому слід констатувати, що вміст рухомого купруму не перевищує ГДК. У зеленій масі пшениці озимієї на момент викидання колосу нами виявлено 3,0 мг купруму на 1 кг сухої маси. Такий уміст купруму є низьким відносно градацій забезпеченості рослин пшениці озимієї елементами живлення [10]. У зерні пшениці озимієї нами виявлено 4,3 мг/кг купруму, що не перевищує ГДК (10 мг/кг) [11]. Таким чином, ґрунт та зерно пшениці озимієї, вирощеної на ньому, є безпечними для людини за вмістом купруму. Враховуючи низький валовий уміст купруму в зеленій масі пшениці озимієї, можна прогнозувати доцільність застосування мікродобрив купруму під пшеницю на цьому ґрунті.

*Таким чином, зерно пшениці озимієї, вирощеної на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому правобережного Лісостепу України, безпечно для споживання за вмістом цинку та купруму.*

*Враховуючи низьке забезпечення рослин пшениці у фазу колосіння цинком та купрумом, можна прогнозувати, що застосування мікродобрив з цими елементами буде мати певну ефективність на чорноземі опідзоленому при вирощуванні пшениці озимієї.*

### Бібліографія

1. Kirchmann H. Trace element concentration in wheat grain: results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program / H. Kirchmann, L. Mattsson, J. Eriksson // Environ Geochem Health. – 2009. – Oct. 31(5). – P. 561–571.
2. Thomas Hager. Linus Pauling and the Chemistry of Life / Thomas Hager. – New York: Oxford University Press, 1998. – 144 p.
3. William D. Middleton. Identification of Activity Areas by Multi-element Characterization of Sediments from Modern and Archaeological House Floors Using Inductively Coupled Plasma-atomic Emission Spectroscopy / William D. Middleton and T. Douglas Price // Journal of Archaeological Science. – 1996. – № 23. – P. 673–687.
4. Soil Sampling and Methods of Analysis / Second Edition, Edited by M.R. Carter, E.G. Gregorich. – Canadian Society of Soil Science, CRC Press Taylor & Francis Group. – 2006. – 198 p.
5. A Review of Sequential Extraction Procedures for Heavy Metals Speciation in Soil and Sediments / H.K. Okoro [et al] // Scientific reports. – 2012. – Vol. 1, issue 3. – P. 1–9.
6. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals / Scientific Committee on Food Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies European. – Parma: Food Safety Authority, 2006. – 480 p.
7. Жовинський Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Куряева. – К.: Наукова думка, 2002. – 213 с.
8. ГОСТ 17.4.1.03-84. Охрана природы. Почва. Термины и определения химического загрязнения.
9. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2006. – № 10.
10. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
11. ДСТУ 3768-04. Пшеница. Технические условия. – К., 2004.

Рецензент – доктор технічних наук, професор А.П. Бутило