

УДК 633.854.78:631.816:631.81.095.337(251.1)(477)

ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ РОСЛИНАМИ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ

В. І. Чабан*, **О. Ю. Подобед**, **І. В. Кротінов**, кандидати сільськогосподарських наук;
Д. А. Коцюбан, **Н. А. Коцюбан**

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14,
м. Дніпро, Україна, 49027, *e-mail: cvi2209@gmail.com

Наведено результати досліджень мікроелементного складу рослин соняшнику в умовах степової зони України. Встановлено особливості акумуляції та розподілу мікроелементів вегетативною масою і насінням залежно від систем удобрення сівозміни. Відмічена тенденція до зменшення надходження токсичних елементів (Pb, Cd) в рослини за наявності в системі удобрення гною. Спостерігається зниження інтенсивності надходження в насіння соняшнику Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd при застосуванні добрив. Коефіцієнти біологічного поглинання (КБП) підтверджують високу потребу культури в Zn, Cu, Ni. Існує необхідність узгодження нормативної бази для оцінки вмісту елементів-токсикантів.

Ключові слова: соняшник, система удобрення, мікроелементи, акумуляція вегетативна маса, насіння.

В Україні серед олійних культур найбільш поширений соняшник. Останніми роками спостерігається розширення його посівних площ і відповідно збільшення валових зборів насіння майже в три рази порівняно з періодом до 1990 р. [1]. Сучасні технології вирощування насамперед спрямовані на створення умов для найбільш повної реалізації потенціалу продуктивності соняшнику. Їх важливою складовою є система живлення [2]. Тривале застосування добрив у сівозміні призводить до певних змін поживного режиму ґрунту, у тому числі й вмісту мікроелементів (МЕ). З одного боку, мікроелементний фонд ґрунту, задіяний у процесах формування врожаю і його якості, а з іншого – занадто високе надходження мікроелементів (МЕ) в біосферу зумовлюють забруднення ґрунту і рослин (вище ГДК), що негативно впливає на здоров'я людей і завдає шкоди тваринам [3].

Як відомо, насіння соняшнику – джерело найбільш цінних для людського організму мікроелементів [4]. Вміст МЕ є важливим показником якості продукції і визначає збалансованість її мінерального складу, а отже, харчову цінність виробів з насіння для задоволення потреб населення і поліпшення показників якості кормів у тваринництві. Проте даних щодо регіональних особливостей формування мікроелементного складу рослин соняшнику за різного рівня антропогенного навантаження сівозміни обмаль, що й визначає доцільність та актуальність досліджень в цьому напрямку.

Мета досліджень – встановити закономірності акумуляції і розподілу мікроелементів листостебловою масою і насінням соняшнику залежно від системи удобрення сівозміни в умовах степової зони.

Дослідження проводилися в стаціонарному досліді відділу землеробства ДУ Інститут зернових культур на Розівській дослідній станції (Запорізька область). Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем звичайний малогумусний легкоглинистий на лесі. Вміст гумусу – 4,8–5,1 %, валових N – 0,27–0,30 %, P₂O₅ – 0,17–0,19 %, K₂O – 2,4 %, реакція ґрунтового розчину нейтральна – слаболужна (рН 7,0–7,4). Забезпеченість ґрунту рухомими формами азоту, фосфору і калію відповідно середня, підвищена і висока; Mn і Co – висока, Zn і Cu –

низька.

В зерно-паро-просапній сівозміні (чорний пар, пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь, кукурудза МВС, пшениця озима, соняшник) вивчали системи удобрення з насиченням ґрунту добривами: *без добрив* (контроль); *органічна* – гній, 14,3 т/га; *органомінеральна* – гній 7,1 т/га + N₃₄P₂₁K₂₀; *мінеральна* – N₅₈P₄₁K₄₂.

Відбір зразків рослин проводили в такі фази розвитку соняшнику: 3–4 пари справжніх листків та повна стиглість. Підготовка рослинного матеріалу до аналізу включала його мінералізацію методом сухого озолення з подальшою обробкою розчином азотної кислоти [5]. Вміст біогенних металів (Mn, Zn, Cu, Co, Ni), металів-токсикантів (Pb, Cd) визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С-115М1 з атомізацією в повітряно-ацетиленовому полум'ї. Експериментальні дані обробляли за допомогою прикладних програм математичної статистики в складі Excel 2010 та Statistica (version 6).

Систематичне застосування органічних і мінеральних добрив потребує контролювання спрямованості та змін в системі «ґрунт – рослина», що дає можливість запобігти небажаних ризиків щодо екологічного стану довкілля і одержаної продукції.

Відомо, що у рослин здатність до поглинання хімічних елементів генетично детермінована, але з певною реакцією на умови вирощування. Соняшник належить до групи культур з підвищеним виносом МЕ. Мікроелементний склад вегетативної маси культури змінювався як впродовж періоду вегетації, так і під впливом добрив. Простежувалася тенденція до зниження їх вмісту (табл. 1). Максимальна концентрація елементів в рослинах відмічалася у фазі 3–4 пари справжніх листків: листостеблова маса містила в 2,0–2,4 раза більше Zn, в 1,5–2,2 раза – Cu, в 4 раза – Mn, ніж у фазі повної стиглості. Вміст Co, Ni менш мінливий – їх кількість в рослинах знижувалась в 1,1–1,3 і 1,2–1,5 раза відповідно.

Фон живлення не впливав на динаміку вмісту МЕ в рослинах, але простежувалася його дія на кількісні показники. Найбільш суттєва реакція рослин на добрива спостерігалась на початку вегетації рослин соняшнику. Застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню на 7–11 % вмісту Mn та Ni у вегетативній масі порівняно з контрольним варіантом і, навпаки, зумовлювало зниження Zn (на 10 %) і Cu (на 16 %). Встановлена закономірність спостерігалась упродовж всіх років досліджень. У варіантах з органічною та органомінеральною системами удобрення зменшувалось поглинання Zn, Mn, Cu. Так, за внесення гною вміст Zn знижувався на 5,1 мг/кг (на 17 %), Mn – на 2,9 мг/кг (на 6 %) при 29,4 і 53,0 мг/кг в контролі. Внесення добрив істотно не впливало на вміст кобальту.

Вплив добрив на акумуляцію МЕ листостебловою масою соняшнику в фазі повної стиглості був менш помітним (табл. 1). Виключення становила мідь, концентрація якої у фітомасі на ділянках з мінеральною і органомінеральною системою удобрення знижувалась майже вдвічі порівняно з контролем (з 5,56 до 3,08 і 3,76 мг/кг).

1. Динаміка вмісту мікроелементів в листостебловій масі соняшнику залежно від системи удобрення (2011–2016 рр.), мг/кг

Система удобрення	Zn	Mn	Cu	Co	Ni
Без добрив	<u>29,4*</u> 12,1	<u>53,0</u> 12,4	<u>8,09</u> 5,56	<u>1,85</u> 1,46	<u>4,56</u> 3,02
Органічна	<u>24,3</u> 11,1	<u>50,1</u> 12,5	<u>7,35</u> 4,57	<u>1,78</u> 1,43	<u>4,41</u> 3,60
Органомінеральна	<u>26,2</u> 12,6	<u>53,9</u> 12,7	<u>6,77</u> 3,76	<u>1,89</u> 1,49	<u>4,42</u> 3,65
Мінеральна	<u>26,3</u> 13,0	<u>59,0</u> 14,5	<u>6,79</u> 3,08	<u>1,83</u> 1,66	<u>4,90</u> 3,21
HP _{0,05} **	4,15	7,30	0,70	0,40	0,60

* Чисельник – вміст МЕ у фазі 3–4 пар листків; знаменник – вміст МЕ у фазі повної стиглості;

** Фаза 3–4 пар листків.

Вміст мікроелементів у насінні варіював в межах показників, які характерні для соняшнику (табл. 2). Відмінною рисою елементного складу є величина вмісту Ni, який майже у 10 разів вищий, ніж у зерні пшениці озимої, ячменю ярого, кукурудзи. Встановлено, що на високому агрофоні, дія добрив не мала достовірного впливу на вміст МЕ в насінні. Але впродовж всіх років досліджень простежувалася тенденція до зниження на 5–8 % кількості біогенних елементів (Cu, Zn, Co) у варіантах з мінеральною і органо-мінеральною системою удобрення відносно контролю. Зменшення їх концентрації за внесення туків, на наш погляд, зумовлене високим вмістом у ґрунті рухомих сполук фосфору, що може бути наслідком прояву антагонізму між фосфором і Cu, Zn, Co. Факт впливу фосфатів ґрунту на надходження Cu, Zn, Co у рослини відмічені А. Кабата-Пендіас [6], W. Bogacz [7], S. Amin [8].

2. Вміст мікроелементів в насінні соняшнику залежно від системи удобрення (2011–2016 рр.), мг/кг

Система удобрення	Zn	Mn	Cu	Co	Ni	Pb	Cd
Без добрив	36,5	12,3	10,5	0,49	8,31	0,51	0,049
Органічна	36,1	12,0	10,3	0,47	8,27	0,45	0,043
Органо-мінеральна	34,1	12,0	10,0	0,44	8,21	0,48	0,045
Мінеральна	33,7	12,4	9,81	0,46	8,34	0,51	0,049
МДР за ДСТУ 7011:2009*	–	–	–	–	–	0,50	0,10
ДР за ДСТУ 4694:2006	–	–	–	–	–	1,00	0,40

* МДР – максимально допустимий рівень. ДР – допустимий рівень.

Необхідно відмітити і певний вплив погодних умов на вміст Cu і Mn в насінні, що підтверджується середнім рівнем варіювання значень елементів ($V = 14–30\%$). Встановлено, що у роки з дефіцитом опадів та низьким температурним режимом у червні концентрація Cu і Mn в насінні була найвищою. Вміст Zn, Co, Ni, Pb та Cd по роках досліджень характеризувався низькою мінливістю ($V = 4–10\%$).

Вміст токсичних елементів (Pb, Cd) у насінні залежно від систем удобрення коливався в таких межах: Pb – від 0,45 до 0,51 мг/кг, Cd – від 0,043 до 0,049 мг/кг. Істотного впливу тривалого застосування добрив на вміст металів-токсикантів не встановлено, проте відмічена тенденція до зниження їх надходження за наявності в системі удобрення гною. Тобто органічні добрива сприяють блокуванню надходження важких металів у генеративні органи.

Оцінка за діючими в Україні нормативними документами свідчить, що вміст Pb у насінні за ДСТУ 7011:2009 [9] є на рівні максимально допустимого (МДР) в контролі і мінеральній системі удобрення, а за ДСТУ 4694:2006 [10] – значно нижчим за допустимий рівень (ДР). Очевидно, що підвищений вміст Pb в насінні соняшнику зумовлений як екологічними факторами, так і біологічними особливостями культури. Слід відзначити, що за такого широкого використання продуктів переробки соняшнику існує необхідність удосконалення та узгодження нормативної бази для оцінки показників вмісту токсичних елементів.

Мікроелементи з різним ступенем інтенсивності включаються в біологічний кругообіг. Для характеристики особливостей акумуляції елементів рослинами в умовах степової зони були розраховані коефіцієнти біологічного поглинання (A_x). Вони характеризують специфіку поглинання елементів по фазах розвитку, а їх мінливість в основній та побічній продукції демонструє різноманітність умов і характер міграції МЕ в системі «ґрунт – рослина» [11]. Отримані дані свідчать, що в першу чергу рослини поглинають необхідні для них елементи, навіть за низької концентрації їх у ґрунті (рис.). Найбільші значення коефіцієнтів біологічного поглинання (КБП) одержано для Zn ($A_x = 1,87–3,58$); Cu ($A_x = 1,47–2,98$) у вегетативній масі на початку і в кінці розвитку рослин соняшнику. Дуже слабо в біогенну міграцію включаються Mn ($A_x = 0,28–0,78$) і Ni ($A_x = 0,58–0,93$). Кобальт посідає проміжне місце й характеризується як елемент середнього захоплення на початку вегетації ($A_x = 0,76–0,87$) і слабого накопичення у фазі повної стиглості ($A_x = 1,08–1,26$).

Найвищі значення КБП для насіння соняшнику, які істотно вищі, ніж для листо-

стеблової маси, відмічені для Zn ($A_x = 17,8-21,9$); Cu ($A_x = 15,0-17,9$); Ni ($A_x = 9,39-10,4$).
Всі вони належать до групи елементів енергійного біологічного поглинання, що свідчить про високе біохімічне їх значення для оптимального розвитку репродуктивних органів рослини.

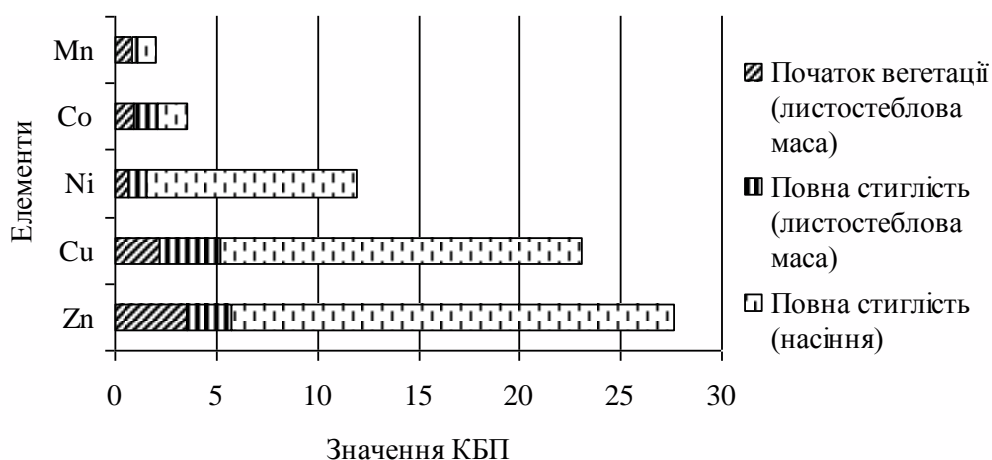


Рис. Інтенсивність біологічного поглинання мікроелементів рослинами соняшнику за фазами розвитку.

Соняшник в процесі онтогенезу відзначається інтенсивним поглинанням Cd листостебловою масою ($A_x = 2,0-3,12$) та насінням ($A_x = 3,59-4,81$), а Pb – тільки листостебловою масою ($A_x = 1,42-2,68$). Така акумуляція рослинами Cd зумовлена природною особливістю «без бар'єрного» його проникнення через кореневу систему в надземні органи. Високе значення KBП для Cd можна пояснити і тим, що його метаболізм тісно пов'язаний з метаболізмом Zn, оскільки за хімічними властивостями Cd є аналогом Zn [6]. Враховуючи токсинні властивості елементу і здатність до активного накопичення рослинами, треба постійно контролювати його вміст як у ґрунті, так і насінні.

Поряд з цим існує думка, що KBП не є константами, а змінюються залежно від фази розвитку рослини, властивостей ґрунту та інших чинників [12]. Це підтверджують і результати наших досліджень. За отриманими коефіцієнтами біологічного поглинання встановлена закономірність, що застосування всіх систем удобрення призводить до зниження інтенсивності поглинання рослинами з ґрунту Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd та їх надходження в насіння соняшнику (табл. 3).

3. Зміни коефіцієнтів біологічного поглинання мікроелементів насіння соняшнику залежно від системи удобрення

Система удобрення	Zn	Mn	Cu	Co	Ni	Pb	Cd
Без добрив	21,9	0,95	17,9	1,39	10,40	1,10	4,81
Органічна	17,8	0,80	15,0	1,22	9,82	0,91	3,59
Органо-мінеральна	19,3	0,84	16,1	1,05	9,52	0,99	3,77
Мінеральна	18,5	0,88	15,1	1,00	9,39	0,99	4,56

Висновки

1. При порівнянні вмісту мікроелементів з'ясовано, що в рослинах соняшнику впродовж онтогенезу і під дією добрив суттєво змінювались концентрації Zn, Cu, Mn. Максимальний їх вміст у вегетативній масі припадає на початковий період розвитку зі зниженням в 1,5–4 рази в кінці вегетації. У фазі повної стиглості під дією мінеральної і органо-мінеральної систем удобрення простежувалося зниження майже вдвічі вмісту Cu у вегетативній масі.

2. Не встановлено істотного впливу добрив на вміст токсичних елементів (Pb, Cd) у насінні соняшнику. Відмічена тенденція до зниження їх надходження за наявності в системі удобрення гною. Існує необхідність узгодження нормативної бази для оцінки показників вмісту токсичних елементів.

3. В умовах степової зони встановлено особливості акумуляції мікроелементів рослинами соняшнику за коефіцієнтом біологічного поглинання. Найбільші значення КБП вегетативної маси одержано для Zn ($A_x = 1,87-3,58$) і Cu ($A_x = 1,47-2,98$); для токсичних Pb ($A_x = 1,42-2,68$), Cd ($A_x = 2,0-3,12$); для насіння – Zn ($A_x = 17,8-21,9$); Cu ($A_x = 15,0-17,9$); Ni ($A_x = 9,39-10,4$). Встановлено, що застосування систем удобрення призводить до зниження інтенсивності поглинання та надходження в насіння соняшнику Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd.

Використана література

1. Ткалич І. Д., Ткалич Ю. І., Рычик С. Г. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): моногр. Днепропетровск: Нова идеология, 2011. 172 с.
2. Системи удобрення сільськогосподарських культур в землеробстві початку ХХІ століття: моногр. / за ред. С. А. Балука, М. М. Мірошніченка. Київ: Альфа-стевія, 2016. 400 с.
3. Фатеев А. И., Захарова М. А. Основы применения микроудобрений: науч. изд. Харьков: КП Типография № 13, 2005. 134 с.
4. Ягодин Б. А., Торшин С. П., Удельнова Т. М., Кокурин Н. Л., Забродина И. Ю. Варибельность микроэлементного состава семян основных масличных культур. *Агрохимия*. 1992. № 3. С. 85–93.
5. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-07-01]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 18 с.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. Д. В. Гричука, Е. П. Янина. Москва: Мир, 1989. 439 с.
7. Bogacz W. Effect of phosphorus on the distribution in soil and plant uptake of some heavy metals (Zn, Fe, Mn, and Cu): Third international conference on the biogeochemistry of trace elements. Paris, 1995. P.15–18.
8. Amin S., Zaharah A., Che F., Hanafi M., Hamed Z. Interaction Effects of Phosphorus and Zinc on their Uptake and ^{32}P Absorption and Translocation in Sweet Corn (*Zea mays* var. *Saccharata*) Grown in a Tropical Soil. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2014. 13: 129–135. DOI: [10.3923/ajps.2014.129.135](https://doi.org/10.3923/ajps.2014.129.135)
9. ДСТУ 7011:2009. Соняшник. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 8 с.
10. ДСТУ 4694-2006. Соняшник. Олійна сировина. Технічні умови. [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.
11. Азаренко Ю. А. Содержание микроэлементов в растениях на почвах Лесостепных и Степных ландшафтов Омского Прииртышья. *Вест. ОмГАУ* 2016. № 4 (24). С. 66–74. URL: http://vestnik.omgau.ru/wp-content/file/24_10.pdf
12. Троїцький М. О., Дмитрієва Л. А. Міграція важких металів у ланці «грунт-рослина» в агроландшафтах Степу України. *Наук. праці [Чорноморського державного університету ім. Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія»]*: електрон. журнал. 2012. Серія: Екологія, Т. 179, Вип. 167. С. 37–40. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdue_2012_179_167_10

References

1. Tkalic, I. D., Tkalic, Ju. I., Rychik, S. G (2011). *Cvetok solnca (osnovy biologii i agrotehniki podsolnecnika): monografija* [The flower of the sun (the basis of biology and sunflower technology)]. Dnepropetrovsk: New Ideology. [in Russian]
2. Baliuk, S. A., Miroshnychenko, N. N. (Eds.). (2016). *Systemy udobrennia silskohospodarskykh kultur v zemlerobstvi pochatku XXI stolittia* [Systems of fertilization of agricultural crops in agriculture beginning of the XXI century]. Kyiv: Alfa-steviiia. [in Ukrainian]
3. Fateev, A. I., Zaharova, M. A. (2005). *Osnovy primeneniia mikroudobrenij* [Fundamentals of microfertilizer application]. Kharkiv: KP Tipografija №13. [in Russian]
4. Jagodin, B. A., Torshin, S. P., Udel'nova, T. M., Kokurin, N. L., Zabrodina, I. Ju. (1992). *Variabel'nost' mikroelementnogo sostava semjan osnovnyh maslichnykh kul'tur* [Variability of trace element composition of seeds of the main oilseeds]. *Agrokhimija* [Agri-cochemistry], 3, 85–93 [in Russian]
5. *Sirovyna i produkty kharchovi. Hotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachennia vmistu toksychnykh elementiv* [Raw materials and food products. Cooking samples. Mineralization to determine the content of toxic elements]. (2015). DSTU 7670:2014 from 1 th July 2015. Kyiv: Derzhstandart Ukraine. [in Ukrainian].
6. Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (1989). *Mikrojelementy v pochvah i rastenijah* [Microelements in soils and plants] (D. V. Grichuka, E. P. Janina, trans.). Moscow: Mir [in Russian]
7. Bogacz, W. (1995). Effect of phosphorus on the distribution in soil and plant uptake of some heavy metals (Zn, Fe, Mn, and Cu): *Third international conference on the biogeochemistry of trace elements (pp. 15–18)*. Paris: N. p.
8. Amin, S., Zaharah, A., Che, F., Hanafi, M., Hamed, Z. (2014). Interaction Effects of Phosphorus and Zinc on their Uptake and ^{32}P Absorption and Translocation in Sweet Corn (*Zea mays* var. *Saccharata*) Grown in a Tropical Soil. *Asian Journal of Plant Sciences*, 13, 129–135. DOI: [10.3923/ajps.2014.129.135](https://doi.org/10.3923/ajps.2014.129.135)
9. Sunflower. Specification. (2010). DSTU 7011:2009 from 1th January 2010. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine. [in Ukrainian]
10. Sunflower. Olive raw materials. Specifications. (2008). DSTU 4694-2006 from 1th October 2007. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine [in Ukrainian]
11. Azarenko, Ju.A. (2016). *Soderzhanie mikrojelementov v rastenijah na pochvah Lesostepnyh i Stepnyh landshaf-tov Omskogo Priirtysh'ja* [The content of microelements in plants on the soils of forest-steppe and steppe landscapes of Omsk Priirtyshye]. *Vestnik OmGAU*,

[Bulletin OmGAU], 4 (24), 66–74. Retrieved from: http://vestnik.omgau.ru/wp-content/file/24_10.pdf [in Russian]

12. Troitskyi, M. O., Dmytriieva, L. A. (2012). *Mihratsiia vazhkykh metaliv i lantsi "grunt-roslyny" v ah-*

rolandshaftakh stepu Ukrainy [Migration of heavy metals in the "soil-plant" link in the agrolandscapes of the steppe of Ukraine]. *Ecology*, 179 (167). 37–40. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdue_2012_179_167_10/ [in Ukrainian]

УДК 633.854.78:631.816:631.81.095.337(251.1)(477)

Чабан В. И.*, **Подобед О. Ю.**, **Кротинов И. В.**, **Коцюбан Д. А.**, **Коцюбан Н. А.** **Особенности аккумуляции микроэлементов растениями подсолнечника в зависимости от уровня минерального питания в условиях степной зоны. Зерновые культуры.** 2017. Т 1. № 1. С. 338–344.

*Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, д. 14, Днепр, Украина, 49027, * e-mail: cvi2209@gmail.com*

Ключевые слова: подсолнечник, система удобрений, микроэлементы, аккумуляция, вегетативная масса, семена.

Приведены результаты исследований микроэлементного состава растений подсолнечника в условиях степной зоны Украины. Установлены особенности аккумуляции и распределения микроэлементов в вегетативной массе и семенах в зависимости от систем удобрений севооборота. Отмечена тенденция к уменьшению поступления токсичных элементов (Pb, Cd) в растения при наличии в системе удобрения навоза. Наблюдалось снижение интенсивности поглощения и поступления в семена подсолнечника Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd при внесении удобрений. Коэффициенты биологического поглощения (КБП) подтверждают высокую потребность культуры в Zn, Cu, Ni. Существует необходимость совершенствования нормативной базы для оценки содержания токсикантов.

UDC 633.854.78:631.816:631.81.095.337(251.1)(477)

Chaban V. I., **Podobed O. Yu.**, **Krotinov I. V.**, **Kotsuban D. A.**, **Kotsuban N. A.** **Features of microelements accumulation by the sunflower plants depending on the level of the mineral nutrition in the conditions of the Steppe zone. Grain Crops,** 2017, 1 (2), 338–344.

SE Institute of Grain Crops of NAAS, 14, Volodymyra Vernadskyi Str., Dnipro, Ukraine, 49027, e-mail: cvi2209@gmail.com

Keywords: sunflower, fertilizer system, microelements, accumulation of vegetative mass, seeds.

Prolonged application of fertilizers in crop rotation causes changes in the nutrient regime of the soil, including the content of microelements. However, too high revenues the microelements in the biosphere lead to soil and plant contamination as a result of their excessive accumulation, endangering the health of humans and animals. Given that culture has a wide range of uses, the content of microelements is an important indicator of product quality and determines the balance of mineral composition. Based on the foregoing, the purpose of the work is to establish the patterns of accumulation and distribution of trace elements of leaf blubber mass and sunflower seeds, depending on fertilizer systems of crop rotation in the conditions of the steppe zone.

The research was conducted in a stationary experiment of the Department of Agriculture at the Rozovka Experimental Station (Zaporizhzhya oblast). The soil cover of the experimental field – the ordinary chernozem. The content of the humus is 4,8–5,1 %. The provision of soil with moving forms of nitrogen, phosphorus and potassium – respectively, medium, high and high; Mn and Co are high, Zn and Cu are low. In the crop rotation (black pairs, winter wheat, corn for grain, barley, corn, winter wheat, sunflower) studied fertilizer systems: without fertilizers (control); organic – manure, 14,3 t/ha; organic-mineral – manure 7,1 t/ha + N₃₄R₂₁K₂₀; mineral – N₅₈P₄₁K₄₂. Selection of plant samples was carried out in the development phase of sunflower: 3–4 pairs of true leaves, complete stiffness. The content of biogenic metals (Mn, Zn, Cu, Co, Ni), metal-toxicants (Pb, Cd) was determined by the atomic absorption spectrophotometry. Experimental data was processed using mathematical statistics applications in Excel 2010 and Statistica (version 6).

A sunflower belongs to the group of crops of high escape microelements. The microelement composition of the vegetative mass of the culture varied, both during the vegetation period and under the influence of fertilizers. The maximum concentration of elements in plants is marked in the phase of 3–4 pairs of true leaves: leaf mass contains 2,0–2,4 times more Zn, 1,5–2,2 times – Cu, 4 times – Mn, than complete rigidity. The content of Co, Ni is less variable.

The power supply did not change the nature of the dynamics of microelements content in the plants,

but influenced quantitative indicators. Application of mineral fertilizers contributed to a 7–11 % increase in the content of Mn and Ni in the vegetative mass compared with the control variant at the beginning of the vegetation. Conversely, there was a decrease in Zn (10 %) and Cu (by 16 %). The variations of organic and organic-mineral fertilizer systems reduced the absorption of Zn, Mn, Cu (by 6–17 %). The introduction of fertilizers did not significantly affect the content of cobalt.

The content of trace elements in sunflower seeds was within the range of indices characteristic of the culture. It was established that on the high agrochemical background the effect of fertilizers had no significant effect on the content of microelements. But there was a tendency to decrease 5–8 % of the amount of biogenic elements (Cu, Zn, Co) on mineral and organic-mineral fertilizer variants in terms of control. This tendency, in our opinion, is due to the high content of phosphorous mobile compounds in the soil.

The content of toxic elements (Pb, Cd) in seeds, depending on fertilizer systems varied: Pb – from 0,45 to 0,51 mg/kg, Cd – from 0,043 to 0,049 mg/kg. There is a tendency to decrease their income in the presence of manure in the fertilizer system.

Characteristics of biological uptake factor (A_x) were calculated for the characteristics of the accumulation of elements by a sunflower plants in conditions of the steppe zone. The largest values of the coefficients of biological uptake factor were obtained for Zn ($A_x = 1,87-3,58$); Cu ($A_x = 1,47-2,98$) in the vegetative mass of sunflower in the beginning and at the end of the development of the plant. Very weakly in the biogenic migration include Mn ($A_x = 0,28-0,78$) and Ni ($A_x = 0,58-0,93$). Cobalt is characterized as an element of average capture at the beginning of vegetation ($A_h = 0,76-0,87$) and weak accumulation in complete maturation ($A_h = 1,08-1,26$).

The highest values of biological uptake factor for seeds are marked for Zn ($A_x = 17,8-21,9$); Cu ($A_x = 15,0-17,9$); Ni ($A_x = 9,39-10,4$). These are elements of vigorous biological absorption. Sunflower, in the process of ontogeny, is characterized by intense Cd uptake by the vegetative mass ($A_h = 2,0-3,12$) and seeds ($A_h = 3,59-4,81$), and Pb is only the vegetative mass ($A_h = 1,42-2,68$). The application of all fertilizer systems leads to a decrease in the intensity of plant absorption from the soil of Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd and their input into sunflower seeds.