

**В. М. Брицун, І. В. Нємчінова, Н. Л. Тарасенко,  
Н. О. Савіна, Н. В. Останіна**

## **Визначення вмісту металів (Cu, Fe, Zn) у фармацевтичній сировині, лікарських засобах і в дієтичній добавці методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою**

*Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва  
Національної академії медичних наук України», м. Київ*

*Ключові слова: атомно-емісійна  
спектрометрія з індуктивно зв'язаною  
плазмою, кількісний уміст металів (Cu, Fe,  
Zn), лікарські засоби, фармацевтична  
сировина, дієтична добавка*

Державна науково-дослідна лабораторія контролю якості лікарських засобів ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України» здійснює контроль за якістю лікарських засобів, субстанцій, фармацевтичної сировини, дієтичних добавок і дитячих іграшок на відповідність вимогам нормативних документів і провідних фармакопей світу. Незважаючи на ракетні обстріли міста та перебої з електроенергією, співробітники лабораторії продовжують роботу з перевірки якості фармацевтичної продукції.

Одними з найнебезпечніших домішок є сполуки металів [1–3]. На відміну від радіоактивних ізотопів чи органічних пестицидів метали та їхні похідні є стійкими та не розпадаються в часі чи за сонячного випромінювання. Унаслідок своєї хімічної природи вони циркулюють з водними та повітряно-пиловими потоками, можуть накопичуватись у ґрунті та водоймах і опосередковано потрапляти в організм людини. Тому їхній уміст регламентується [4–7].

Одним із сучасних методів виявлення та кількісної оцінки вмісту

металів є атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (ІЗП-АЕС), яка характеризується високою чутливістю, точністю й оперативністю. Тому вона придатна для рутинного аналізу органічних, неорганічних речовин і мінералів [8–10]. У фармацевтичній галузі ІЗП-АЕС використовується для встановлення вмісту металів у лікарській сировині, субстанціях і готових лікарських формах, рослинних засобах, дієтичних добавках [6] і в скляних контейнерах [7].

Мідь (Cu), залізо (Fe) і цинк (Zn) є хімічними елементами, які необхідні для нормального щоденного функціонування людського організму. Проте їхній надлишок є шкідливим. Тому їхній уміст нормується. Так, у лікарських засобах, у разі орального прийому, кількість Cu повинна бути  $\leq 3$  мг/доба [4]. У деяких субстанціях регламентовано вміст Cu і Fe, тому що останні є каталізаторами їхнього розкладу (окиснення): для аскорбінової кислоти допускається вміст Fe  $\leq 2$  мг/кг, Cu  $\leq 5$  мг/кг [11]. Споживання Zn для дорослої людини рекомендується не вище ніж 40 мг/добу [12], а в фармацевтичній сировині допускається наявність Zn  $\leq 25$  мг/кг [13].

*Мета дослідження* – визначення вмісту металів (Cu, Fe, Zn) методом ІЗП-АЕС у фармацевтичній сировині,

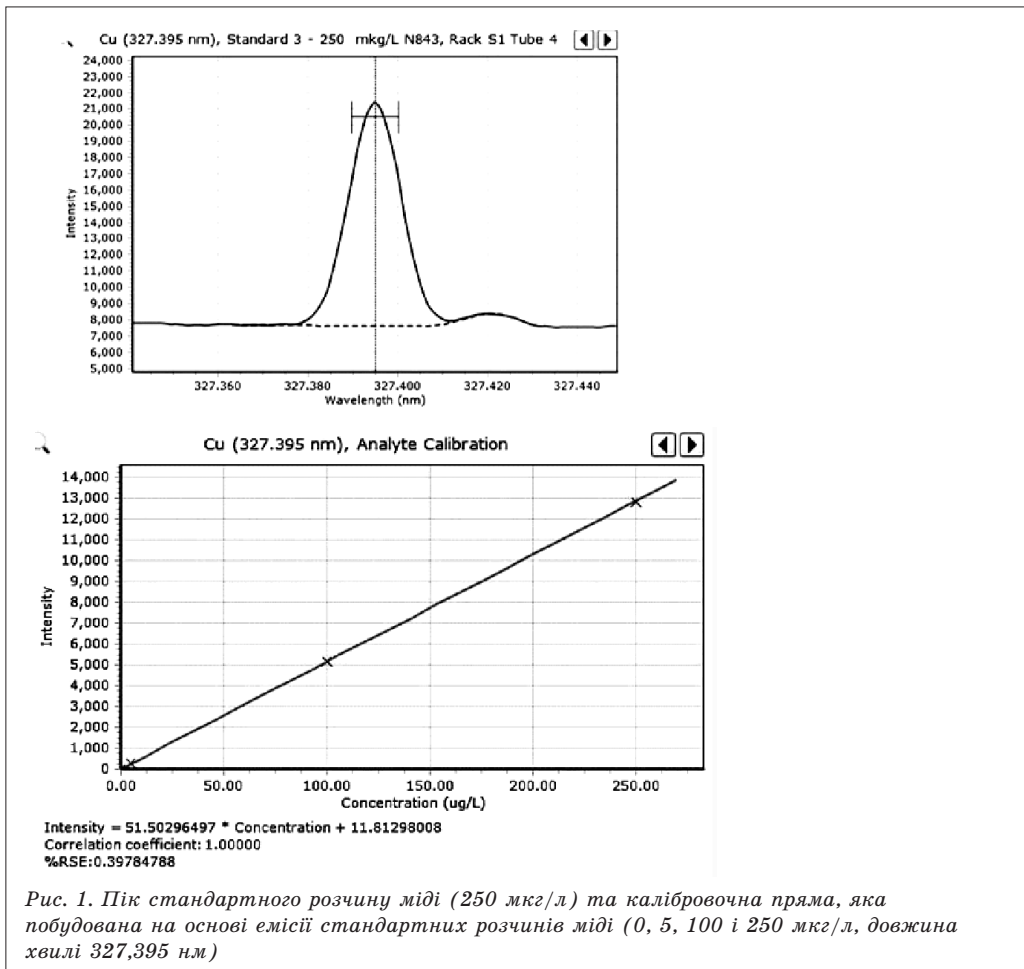
лікарських засобах і дієтичній добавці, які були передані для випробування у Державну науково-дослідну лабораторію контролю якості лікарських засобів.

**Матеріали та методи.** Дослідження здійснено на оптико-емісійному спектрометрі з індуктивно зв'язаною плазмою Agilent 5800 ICP-OES (потужність генератора плазми – 1200 Вт, потік небулайзера – 0,65 л/хв, час стабілізації – 20 с, час зчитування – 30 с, аксіальний огляд плазми).

Вимірювання вмісту металів проведено шляхом порівняння емісії досліджуваних розчинів з емісією стандартних розчинів на довжинах хвиль: Cu – 327,395 нм (рис. 1), Fe – 238,204 нм (рис. 2), Zn – 213,857 нм

(рис. 3). Встановлено інтегрування, 3 повтори для кожного розчину. Достовірність апроксимації для каліброчних графіків стандартних розчинів –  $r^2 = 0,996-0,999$ . Межі виявлення оптико-емісійного спектрометра (режим аксіального огляду плазми) в умовах експерименту були визначені нами множенням стандартного відхилення результатів вимірювання холостого розчину (10 повторів) на довжині хвилі вибраного хімічного елемента на три: Cu – 0,39 мкг/л, Fe – 0,18 мкг/л, Zn – 0,45 мкг/л [14, 15].

Для приготування розчинів використовували азотну кислоту  $\geq 69,0\%$  (Honeywell TraceSelect for trace analysis) і хлористоводневу кислоту 33,6% (Honeywell, TraceSelect Ultra



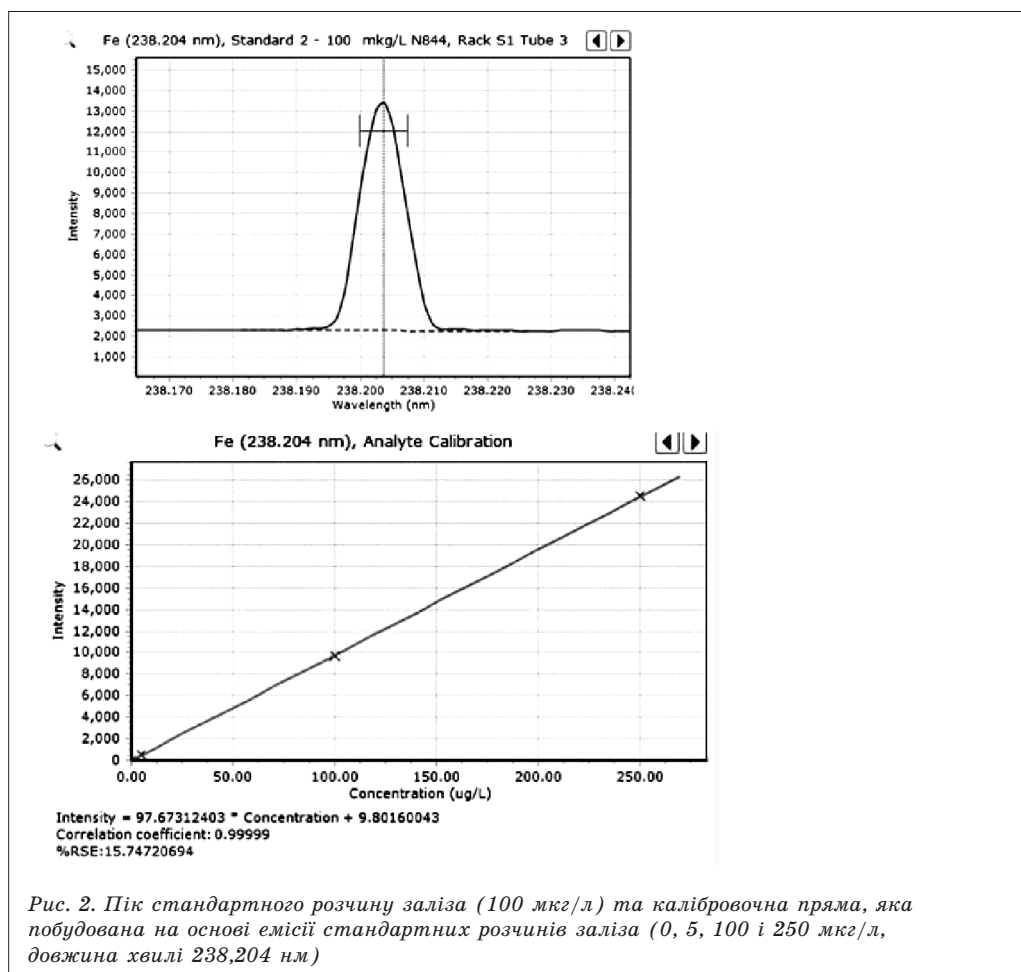


Рис. 2. Пік стандартного розчину заліза (100 мкг/л) та калібровочна пряма, яка побудована на основі емісії стандартних розчинів заліза (0, 5, 100 і 250 мкг/л, довжина хвилі 238,204 нм)

for ultratrace analysis). Стандартні розчини хімічних елементів були приготовлені зі стандартів ICP-OES Wavelength Calibration Solution фірми «Agilent Technologies» розведенням до потрібних концентрацій у полімерному посуді. Воду деіонізовану отримано з системи Millipore Direct-Q 3 UV.

Як зразки для досліджень використовували фармацевтичну сировину (аскорбінову кислоту, аскорбат натрію, сульфат натрію, вугілля активоване та інші), лікарський засіб антидіабетичної дії (№ 1) та антибіотик (№ 2), упаковочний матеріал для лікарських форм, дієтичну добавку.

Пробопідготовку здійснювали:

1) фармацевтична сировина № 1, 2, 3, лікарські засоби № 1: розчинення

2,0–3,0 г зразка в 25 мл 0,5 %  $\text{HNO}_3$  (0,5 %  $\text{HCl}$ ) [11];

2) лікарський засіб № 2, упаковка фармацевтичної продукції № 1, 2, вугілля активоване: наважка 2,0 г, екстракція металів гарячим розчином 0,5 %  $\text{HCl}$ , охолодження, фільтрування, доведення до вказаного об'єму [13];

3) субстанція, фармацевтична сировина № 4, дієтична добавка: гомогенізацію здійснювали в мікрохвильовій печі «Multiwave Go Plus». Наважку (0,5–0,9 г) випробовуваного зразка в 10 мл 70 % азотної кислоти витримували 1,5 год за температури 170 °С, охолоджували, розводили 2 % розчином  $\text{HCl}$  до об'єму 25–50 мл [16].

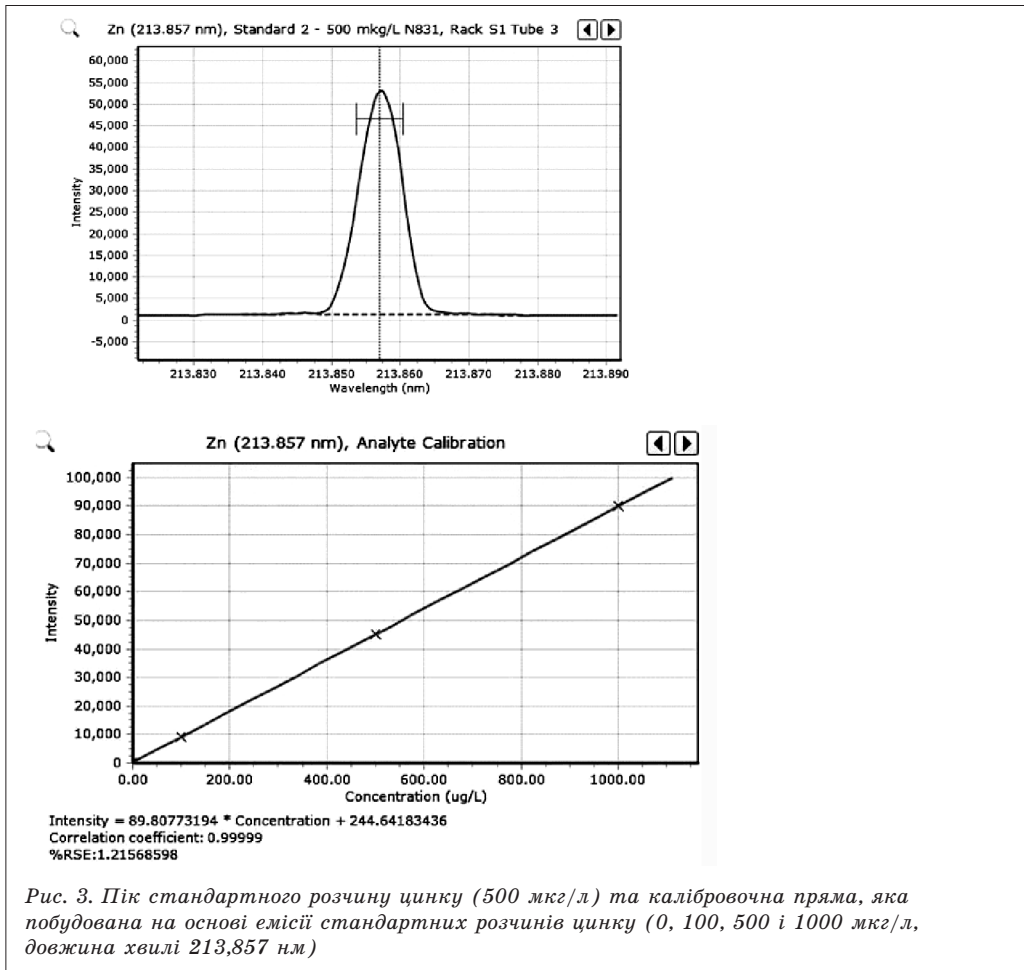


Рис. 3. Пік стандартного розчину цинку (500 мкг/л) та калібрівочна пряма, яка побудована на основі емісії стандартних розчинів цинку (0, 100, 500 і 1000 мкг/л, довжина хвилі 213,857 нм)

Концентрацію металів у зразках обчислювали за формулою:

$$C_M = \frac{C_{\text{розч}} \cdot V_{\text{колб}}}{m_{\text{наважка}} \cdot k}$$

де  $C_M$  – концентрація металу в зразку, мкг/кг;  $C_{\text{розч}}$  – концентрація металу у випробовуваному розчині, мкг/л;  $V_{\text{колб}}$  – об’єм колби з випробовуваним розчином, мл;  $m_{\text{наважка}}$  – маса наважки, г,  $k$  – коефіцієнт вологості ( $\leq 1$ ).

Нормування вмісту металів здійснювалось згідно з вимогами методів контролю якості та нормативних документів (НД) [4, 11, 13].

**Результати та їх обговорення.**

Результати випробувань на вміст Cu, Fe і Zn у фармацевтичній сировині,

лікарських засобах, упаковці та дієтичній добавці наведено в таблиці 1.

Різновид фармацевтичної сировини (вугілля активоване) з огляду на великий об’єм досліджень наведено в таблиці 2.

Усього було перевірено на вміст металів 37 зразків (Cu – 19 зразків, Fe – 4 зразки, Zn – 32 зразки). Лише для сировини № 3 (табл. 1) концентрації Cu (0,04–0,21 мкг/л) менші, ніж межі виявлення приладу (0,39 мкг/л). Тобто, дані 10,5 % випробовуваних на вміст Cu зразків є малоінформативними, тому виділені в таблиці 1 зірочкою. Для всіх інших зразків – концентрації металів зазвичай суттєво (у 10–1000 разів) більші, ніж межа виявлення приладу.

*Результати випробовувань фармацевтичної сировини, лікарських засобів, упаковок та дієтичної добавки на вміст металів (міді, заліза, цинку) методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою*

Препарат	Концентрація у випробовувальному розчині, мкг/л			Концентрація у випробувальному зразку, мкг/кг			Вимоги нормативних документів
	Мідь	Залізо	Цинк	Мідь	Залізо	Цинк	
1. Натрію сульфід (фармацевтична сировина № 1)	–	–	2,61	–	–	259,40	Zn ≤ 25 000 мкг/кг
2. Натрію сульфід	–	–	15,6	–	–	148,6	Zn ≤ 25 000 мкг/кг
3. Натрію аскорбат (фармацевтична сировина № 2)	3,58	29,40	–	44,90	146,80	–	Cu ≤ 5000 мкг/кг; Fe ≤ 2 мг/кг
4. Натрію аскорбат	1,77	39,95	–	21,80	492,70	–	Cu ≤ 5000 мкг/кг; Fe ≤ 2 мг/кг
5. Аскорбінова кислота (фармацевтична сировина № 3)	0,04*	2,44	–	9,0*	312,0	–	Cu ≤ 5000 мкг/кг; Fe ≤ 2 мг/кг
6. Аскорбінова кислота	0,21*	79,40	–	1,70*	659,0	–	Cu ≤ 5000 мкг/кг; Fe ≤ 2 мг/кг
7. Лікарський засіб № 1	–	–	442,3	–	–	22 115,0	Zn 10 000–40 000 мкг/л
8. Лікарський засіб № 1	–	–	266,4	–	–	13 320,0	Zn 10 000–40 000 мкг/л
9. Лікарський засіб № 1	–	–	402,3	–	–	20 116,0	Zn 10 000–40 000 мкг/л
10. Мефенамінова кислота (субстанція)	4,59	–	–	367,0	–	–	Cu ≤ 10 000 мкг/кг;
11. Капсули порожні (фармацевтична сировина)	36,83	–	1871,0	924,0	–	47 000,0	Cu ≤ 15 000 мкг/кг; Zn ≤ 10 0000 мкг/кг
12. Лікарський засіб № 2	–	–	455,5	–	–	2275,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
13. Лікарський засіб № 2	–	–	501,5	–	–	2434,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку

Препарат	Концентрація у випробовувальній розчині, мкг/л			Концентрація у випробовувальному зразку, мкг/кг			Вимоги нормативних документів
	Мідь	Залізо	Цинк	Мідь	Залізо	Цинк	
14. Лікарський засіб № 2	–	–	487,7	–	–	2431,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
15. Лікарський засіб № 2	–	–	472,3	–	–	2366,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
16. Лікарський засіб № 2	–	–	480,9	–	–	2411,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
17. Лікарський засіб № 2	–	–	502,5	–	–	2388,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
18. Лікарський засіб № 2	–	–	406,2	–	–	2395,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
19. Лікарський засіб № 2	–	–	495,0	–	–	2457,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
20. Лікарський засіб № 2	–	–	513,0	–	–	2343,0	Zn 2040–2500 мкг/г порошку
21. Упаковка фармацевтичної продукції № 1	–	–	4,34	–	–	86,80	Zn ≤ 5000 мкг/л
22. Упаковка фармацевтичної продукції № 1	–	–	2,85	–	–	57,90	Zn ≤ 5000 мкг/л
23. Уцілювач	–	–	5,31	–	–	5,31	Zn ≤ 5000 мкг/л
24. Дієтична добавка	–	–	62 685	–	–	6 025 962 (3,12 мг/капсула)	Zn ≤ 2 887 000 мкг/кг (≤ 1,495 мг/капсула)

Примітка. \*Концентрація менша, ніж межа виявлення приладу.

**Результати випробовувань вугілля активованого на вміст металів (міді, цинку) методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою**

Фармацевтична сировина (вугілля активоване)	Концентрація у випробувальному розчині, мкг/л		Концентрація у випробувальному зразку, мкг/кг*	
	Мідь	Цинк	Мідь	Цинк
1. Зразок № 1	38,5	128,7	916,0	3213,0
2. Зразок № 2	13,42	100,30	343,0	2509,0
3. Зразок № 3	195,5	63,9	4889,0	1598,0
4. Зразок № 4	87,11	81,0	2178,0	2025,0
5. Зразок № 5	18,1	87,1	452,5	2178,0
6. Зразок № 6	57,7	130,2	1446,0	3174,0
7. Зразок № 7	8,41	344,0	209,20	8601,0
8. Зразок № 8	9,14	249,30	220,90	6202,0
9. Зразок № 9	26,2	63,97	654,20	1597,0
10. Зразок № 10	14,7	102,39	354,70	2472,0
11. Зразок № 11	61,8	126,1	1499,0	3058,0
12. Зразок № 12	16,4	25,1	400,0	612,0
13. Зразок № 13	14,3	61,6	347,0	1478,0

Примітка. \*Вимоги НД [13]: Cu ≤ 25 000 мкг/кг, Zn ≤ 25 000 мкг/кг.

У випадку фармацевтичної сировини № 4 (табл. 1) спостерігається помітний уміст Cu (6,1 % від вимог НД). У вугіллі активованому – зразки № 3, 4, 6, 11 (табл. 2) – мають концентрацію Cu 5,8–19,6 % від вимог НД. Решта зразків (73,7 %) мають уміст Cu в межах 0,4–3,7 % від вимог НД.

Уміст Fe у сировині № 2, 3 (табл. 1) складає 7,3–33,0 % від вимог НД.

Випробовування на вміст Zn можна розділити на дві групи: кількісний аналіз (лікарські засоби № 1, 2, табл. 1) і напівкількісний (фармацевтична сировина № 1, 4, упаковка фармацевтичної продукції № 1, 2, дієтична добавка (табл. 1) і зразки активованого вугілля (табл. 2)).

Результати кількісного аналізу вмісту Zn у лікарських засобах № 1, 2

(табл. 1) відповідають вимогам НД. Напівкількісне визначення (табл. 1) свідчить про те, що вміст Zn зазвичай відповідає вимогам НД (фармацевтична сировина № 1 та № 4 – концентрація Zn 1,0 % і 47 % від норми відповідно; упаковка фармацевтичної продукції № 1, 2 – уміст Zn 0,1–1,7 % від норми).

Концентрація Zn у вугіллі активованому (табл. 2) відповідає вимогам НД: 11 зразків мають уміст Zn 2,5–12,9 % від норми; 2 зразки містять підвищену концентрацію Zn (24,8–34,4 % від норми).

Дієтична добавка (табл. 1) за вмістом Zn не відповідає вимогам НД (при нормі 1,495 мг/капсула – знайдено 3,120 мг/капсула).

Причини відповідності вмісту металів у фармацевтичній продукції – жорсткі вимоги, які прописані в

фармакопеях, й обов'язковість їхнього виконання. Дієтичні добавки не відносяться до лікарських засобів чи фармацевтичної сировини, тому виробники не обтяжують себе дотриманням точного складу своєї продукції. Тому в перспективі задля збереження здоров'я населення слід підвищувати обов'язковість контролю за дієтичними добавками на предмет відповідності реального вмісту тих чи інших речовин (сполук) заявленій рецептурі, подібно до того, як це є з продукцією фармацевтичної промисловості.

## Висновки

1. Проведено визначення вмісту металів (Cu, Fe, Zn) методом ІЗП-АЕС у

фармацевтичній сировині, лікарських засобах, упаковці фармацевтичної продукції і дієтичній добавці, які були передані для випробовувань у Державну науково-дослідну лабораторію контролю якості лікарських засобів. Було перевірено 37 зразків: на вміст Cu – 19, Fe – 4, Zn – 32.

2. Встановлено, що вміст Cu і Fe в фармацевтичній сировині, лікарських засобах, упаковці фармацевтичної продукції відповідає вимогам нормативних документів у 100 % зразків. Уміст Zn відповідає вимогам нормативних документів у 96,9 % зразків (у дієтичній добавці встановлено перевищення вмісту цинку в 2,1 разу).

1. Toxic mechanisms of five heavy metals: mercury, lead, chromium, cadmium and arsenic. M. Balali-Mood, K. Naseri, Z. Tahergorabi et al. *Front. Pharmacol., Sec. Predictive Toxicology*. 2021. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972>.
2. Naja G. M., Volesky B. Toxicity and sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and radionuclides in the environment. *Heavy metals in the environmen*. 2009. V. 8, P. 16–18. <https://doi.org/10.1201/9781420073195.ch2>.
3. Лазарев Н. В. Вредные вещества в промышленности. Т. III. Л. : «Химия», 1977. 608 с.
4. ICH Guideline Q3D (R1) on elemental impurities, 2019. 82 p. URL: [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/international-conference-harmonisation-technical-requirements-registration-pharmaceuticals-human-use\\_en-32.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/international-conference-harmonisation-technical-requirements-registration-pharmaceuticals-human-use_en-32.pdf).
5. Современные аспекты нормирования и контроля профиля примесей в лекарственных препаратах. М. Г. Левин, В. М. Брицун, Р. А. Мелешко, О. Н. Терещенко, А. А. Гуменюк, Н. В. Останина. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2018. Т. 12, № 4–5. С. 74–88.
6. Державна Фармакопея України: в 3 т. 2-е вид. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. С. 156–159.
7. Державна Фармакопея України: в 3 т. 2-е вид. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2016. Доп. 1. С. 79.
8. Khan S. R., Sharma B., Chawla P. A. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES): a powerful analytical technique for elemental analysis. *Food Anal. Methods*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12161-021-02148-4>.
9. Souza R. M., Leocadio L. G., Silveira L. C. ICP OES simultaneous determination of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Na, and P in biodiesel by axial and radial inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. *Analytical Letters*. 2008. V. 41 (9). P. 1615–1622. <https://doi.org/10.1080/00032710802122248>.
10. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry for rare earth elements analysis. M. He, B. Hu, V. Chen, Z. Jiang. *Physical Sciences Reviews*. 2017. V. 2 (1). <https://doi.org/10.1515/psr-2016-0059>.
11. Державна Фармакопея України: в 3 т. 2-е вид. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. С. 62–64.
12. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc: a report of the Panel on Micronutrients. Washington, DC : National Academy Press, 2001. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK222317/>.
13. Державна Фармакопея України: в 3 т. 2-е вид. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 2. С. 134.
14. Inductively coupled plasma atomic emission spectrometers for the measurement of metal pollutants in water. OIML. R 116:2006 (E). URL: [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_r/r116-e06.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r116-e06.pdf).



15. Залишковий вміст металів (As, Cd, Pb, Cu, Fe, Zn) в азотній і хлористоводневій кислотах для атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою. В. М. Брицун, А. М. Черемченко, О. М. Кузнецова, Н. М. Очеретяна, Р. А. Мелешко, Н. В. Останіна. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2022. Т. 16 (5). С. 346–353.
16. Instruction manual and safety information. Multiwave Go Plus. 2021. Anton Paar. Document Number: C93IB019EN-0. Graz, Austria.

*Конфлікт інтересів – відсутній.*

**В. М. Брицун, І. В. Немчінова, Н. Л. Тарасенко, Н. О. Савіна, Н. В. Останіна**  
**Визначення вмісту металів (Cu, Fe, Zn) у фармацевтичній сировині, лікарських засобах і в дієтичній добавці методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою**

*Мета дослідження* – визначення вмісту металів міді (Cu), заліза (Fe), цинку (Zn) – методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою у фармацевтичній сировині, лікарських засобах і дієтичній добавці, які були передані для випробувань у Державну науково-дослідну лабораторію контролю якості лікарських засобів.

Визначення концентрацій Cu, Fe, Zn проведено методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою на оптико-емісійному спектрометрі Agilent 5800 ICP-OES. Вимірювання вмісту металів проведено шляхом порівняння емісії досліджуваних розчинів з емісією стандартних розчинів на довжинах хвиль: Cu 327,395 нм, Fe 238,204 нм, Zn 213,857 нм. Як зразки для дослідження використовували фармацевтичну сировину (аскорбінову кислоту, аскорбат натрію, сульфат натрію, вугілля активоване та інші), лікарські засоби антибіотичної й антидіабетичної дії, упаковочний матеріал для лікарських форм, дієтичну добавку.

Усього було перевірено на вміст металів 37 зразків: Cu – 19, Fe – 4, Zn – 32. Концентрації, які більші, ніж межа виявлення приладу, зафіксовані для Cu – 89,5 % випробуваних зразків, для Fe і Zn – 100 % випробуваних зразків.

Встановлено, що вміст Cu і Fe у фармацевтичній сировині, лікарських засобах, упаковці фармацевтичної продукції відповідає вимогам нормативних документів у 100 % зразків. Вміст Zn відповідає вимогам нормативних документів у 96,9 % зразків (у дієтичній добавці встановлено перевищення вмісту Zn в 2,1 разу). Дієтична добавка за вмістом Zn не відповідає вимогам НД.

Причини відповідності вмісту металів у фармацевтичній продукції – жорсткі вимоги, які прописані в фармакопехах, й обов'язковість їхнього виконання. Дієтичні добавки не відносяться до лікарських засобів чи фармацевтичної сировини, тому виробники не обтяжують себе дотриманням точного складу своєї продукції. Тому в перспективі слід підвищувати обов'язковість контролю за дієтичними добавками на предмет відповідності реального вмісту тих чи інших речовин заявленій рецептурі, подібно до того, як це є з продукцією фармацевтичної промисловості.

*Ключові слова:* атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою, кількісний вміст металів (Cu, Fe, Zn), лікарські засоби, фармацевтична сировина, дієтична добавка

**V. M. Britsun, I. V. Nemchinova, N. L. Tarasenko, N. O. Savina, N. V. Ostanina**  
**Determination of the content of metals (Cu, Fe, Zn) in pharmaceutical raw materials, medicines and dietary supplement by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry**

*The aim of the study* – determination of the metals (Cu, Fe, Zn) content by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES) in pharmaceutical raw materials, medicines, medicine packaging material and dietary supplement. The samples were submitted for testing to the state research laboratory for quality control of medicinal products to verify compliance with the requirements of regulatory documentation (RD).

The concentrations of Cu, Fe, Zn were determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry on an Agilent 5800 ICP-OES optical emission spectrometer. Measurements of the metal content were performed by comparing the emissions of the studied solutions with the emissions of standard solutions at wavelengths: Cu 327,395 nm, Fe 238,204 nm, Zn 213,857 nm. Pharmaceutical raw materials (ascorbic acid, sodium ascorbate, sodium sulfite, activated carbon), anti-inflammatory and antidiabetic drugs, medicine packaging material and dietary supplement were used as samples for research.

The content of metals was measured in 37 samples (Cu – 19 samples, Fe – 4 samples, Zn – 32 samples). Concentrations above the instrument detection limits were recorded for Cu (89,5% of the tested samples), for Fe and Zn (100% of the tested samples).

In conclusion, the content of Cu and Fe in pharmaceutical raw materials, medicines, packaging of pharmaceutical products meets the requirements of regulatory documents in 100% of the samples. The content of Zn complies with the requirements of regulatory documents in 96,9% of the samples (zinc content

---

---

in the dietary supplement was exceeded by 2 times). Thus, dietary supplement for zinc content does not meet the requirements of RD. The reasons for the compliance of the metals content in pharmaceutical products are the stringent requirements prescribed in the pharmacopoeias and the obligation to comply with them. Dietary supplements are not medicines or pharmaceutical raw materials, so manufacturers do not bother to keep the exact composition of their products. Therefore, in the future, it is necessary to increase the mandatory control of dietary supplements to ensure that the actual content of certain substances corresponds to the declared recipe, just as it is done with pharmaceutical industry products.

*Key words: inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, quantitative content of metals (Cu, Fe, Zn), pharmaceutical raw materials, medicines and dietary supplement*

---

Надійшла: 11 липня 2023 р.

Прийнята до друку: 23 серпня 2023 р.

---

**Контактна особа:** Брицун В. М., доктор хімічних наук, головний науковий співробітник, ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України», буд. 50, вул. Гетьмана Павла Полуботка, м. Київ, 02094. Тел.: + 38 0 44 292 06 29. Електронна пошта: britsun167@ukr.net