

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ШАВЛІЇ БЛИСКУЧОЇ (SALVIA SPLENDENS SELLOW EX ROEM. ET SCHULTES)

Юлія Беркало, Вікторія Кузнцова

Національний фармацевтичний університет, м.
Харків, Україна

Вступ

Макро- та мікроелементи виявляють значну біологічну активність та беруть участь у різноманітних біохімічних реакціях в усіх живих організмах [18]. Вміст мінеральних речовин також відіграє важливу роль у живленні рослин та активності захисних механізмів. Наприклад, калій може підвищувати концентрацію поліфенолів у рослинах, тим самим відіграючи вирішальну роль у захисних механізмах [5]. Манган, життєво важливий елемент для фотосинтезу, біосинтезу лігніну та інших метаболічних функцій. Купрум діє як кофактор для ферментів, що беруть участь у диханні та є невід'ємною частиною захисту рослин для боротьби з ооміцетами, грибами та бактеріями [7, 8]. Ферум відіграє складну роль у взаємодії рослин і патогенів [2]. Силіцій сприяє зниженню діяльності патогенів у сільськогосподарських культурах [16]. Відомо, що мінеральний склад лікарських рослин залежить від низки факторів: типу ґрунту, кліматичних умов під час вирощування, ультрафіолетового випромінювання, екологічної ситуації певної місцевості (підвищений вміст CO₂, забруднення навколишнього середовища, проблемні ґрунти), умов культивування тощо [20]. Також під час вирощування лікарських рослин широко використовуються біодобрива та органічні добавки, що є значним джерелом мінеральних поживних речовин для рослин [21]. Тобто, як позитивні, так і негативні умови впливають на накопичення біологічно активних речовин та їх властивості [13].

Нещодавно були проведені дослідження про живлення рослин та його вплив на здоров'я людини, зокрема про роль рослин у здоров'ї людини з акцентом на екологічні біотехнології [14], відповідальне живлення рослин [6] і зв'язок між живленням рослин та продовольчою безпекою в умовах зміни клімату [10].

Отже, в результаті життєдіяльності рослинного організму в усіх органах накопичуються комплекси макро- та мікроелементів, що з сировини потрапляють у фітопрепарати, косметичні засоби, харчові продукти тощо та мають певну фармакологічну активність [1, 3, 11, 15, 17, 22].

Наприклад, натрій бере участь у підтримці кислотно-основної рівноваги та осмотичного тиску позаклітинних рідин в організмі людини. Кальцій сприяє проникності клітинних мембран та згортанню крові [11]. Магній полегшує нервові напруження, посилює імунітет. Натрій, калій, кальцій та магній необхідні для роботи серцево-судинної системи та нормалізації артеріального тиску та використовуються для запобігання атеросклерозу та інфаркту [4]. Ферум

застосовують для лікування анемії, а манган і купрум при гіперглікемії [12]. А з огляду на сучасний стан навколишнього середовища рослини можуть накопичувати і важкі метали, що при потрапленні до організму людини можуть викликати отруєння та патології. Тому дослідження вмісту важких металів є неодмінним етапом фармакогностичного аналізу ЛРС (ДФУ) [19].

Представлена робота є логічним продовженням фітохімічного дослідження шавлії блискучої.

Мета – вивчити та провести порівняльний аналіз якісного складу та кількісного вмісту макро- та мікроелементів у ґрунті та сировині шавлії блискучої.

Матеріали та методи

Об'єктами дослідження були трава та корені шавлії блискучої, заготовлені в Полтавській області в червні 2023 року та зразки ґрунту зібрані з місця вирощування рослини. Зразки сушили повітряно-тіньовим способом при кімнатній температурі. Елементний склад сировини шавлії блискучої та ґрунту визначали за допомогою атомно-емісійної спектрометрії (АЕС) [9]. Експеримент проводили на базі Інституту монокристалів НАН України у відділі аналітичної хімії. Випарювання проб проводили у розряді дуги змінного струму силою 16 А та часу експозиції 60 с. Атомізатор ІВС-28 використовували як джерело збудження спектрів. Спектри реєстрували на фотоплівці за допомогою спектрографа ДФС-8-3 із фракційною решіткою 600 штр/мм і тринізною системою освітлення щілини. Фотопластинки проявляли та сушили; потім спостерігали лінії випромінювання фотометра (нм) у спектрах досліджуваних зразків, а також фон навколо них. За допомогою мікрофотометра МФ-4 вимірювали інтенсивність спектрів досліджуваних проб і стандартних розчинів солей металів. Детектування проводили при довжині хвилі 230–347 нм у порівнянні із державними стандартними зразками суміші мінеральних елементів. Калібрувальні графіки будували з використанням стандартних розчинів солей металів (ІСОПМ-23-27) в інтервалі вимірюваних концентрацій.

За калібрувальними графіками розраховували вміст елемента в золі (а), мг/100 г. Вміст елемента в рослинній сировині (X), розраховували за формулою:

$$X = \frac{a \cdot m}{M} \quad (1)$$

де: *m* – маса золи, г; *M* – маса взятої на аналіз сировини, г; *a* – вміст елемента в золі, %.

Відносне стандартне відхилення не перевищувало 3 % (n = 5) при визначенні числових величин концентрацій елементів.

Результати та обговорення

У результаті аналізу в об'єктах, що досліджувалися встановлено наявність 18 елементів у траві та коренях і 17 у ґрунті. В усіх зразках визначено вміст 6 макроелементів (Na, K, Ca, Mg, Si, P), у траві та коренях 8 мікро- (Al, Fe, Ni, Zn, Mn, Cu, Pb, Mo), у

ґрунті не ідентифіковано Zn. Данні щодо вмісту макро- та мікроелементів у досліджуваних зразках сировини шавлії блискучої та ґрунту наведено у таблиці 1 та рисунках (1-4).

За вмістом макроелементів у ґрунті спостерігалася така закономірність Si>K>Na>Ca>Mg>P. У ході порівняльного аналізу накопичення макроелементів у сировині шавлії блискучої встановлено, що силіцій у більшій кількості накопичувався у коренях (5700 мг/100 г), а в траві його вміст був меншим у 7,5 разів.

Спостерігали значний вміст кальцію та магнію у коренях (2000 та 1190 мг/100 г відповідно), але в траві більше накопичувалося кальцію (1530 мг/100 г) ніж магнію (610 мг/100 г). У траві в найбільшій кількості накопичувався калій (4400 мг/100 г). Вміст натрію переважав у траві у 2 рази ніж коренях. У обох зразках сировини шавлії блискучої вміст фосфору був однаковим (230 мг/100 г).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика елементного складу зразків сировини шавлії блискучої та ґрунту, (мг/100 г)

Назва елемента	Вміст елементів,		
	Трава	Корені	Ґрунт
Макроелементи			
Na	960	475	6000
Mg	610	1190	2500
Si	760	5700	48000
P	230	230	2000
K	4400	700	10000
Ca	1530	2100	5000
Мікроелементи			
Al	140	1190	11000
Mn	7,2	120	2500
Fe	67	710	5000
Ni	0,09	0,47	50
Cu	1,0	2,8	500
Zn	5,7	475	-
Pb	<0,03	0,57	6
Mo	0,67	0,23	20

Примітка. Co<0.03 мг/100 г; Cd<0.01 мг/100 г; As<0.01 мг/100 г; Hg<0.01 мг/100 г “-” - елемент не визначено.

Вміст мікроелементів у ґрунті мав таку послідовність накопичення Al>Fe>Mn>Cu>Ni>Mo>Pb. У всіх зразках, що досліджувалися з мікроелементів в найбільшій кількості накопичувалися алюміній та ферум. Вміст алюмінію в коренях складав 1190 мг/100 г, а в траві 140

мг/100 г, що у 8,5 рази менше. Більший вміст ферум спостерігався в коренях (710 мг/100 г), ніж траві (67 мг/100 г). У коренях спостерігали значний вміст цинку і мангану (475 мг/100 г та 120 мг/100 г відповідно), а у траві ці мікроелементи накопичувалися у незначних кількостях (5,7 мг/100 г та 7,2 мг/100 г відповідно).

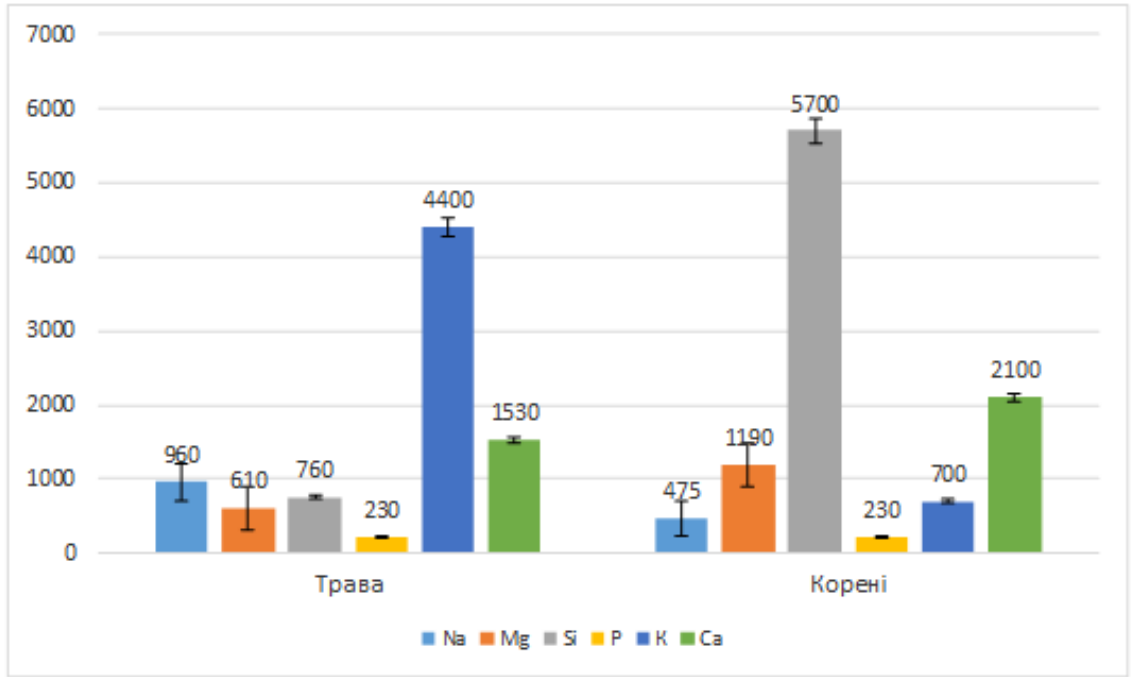


Рис. 1 Вміст макроелементів у зразках сировини шавлії блискучої, (мг/100 г)

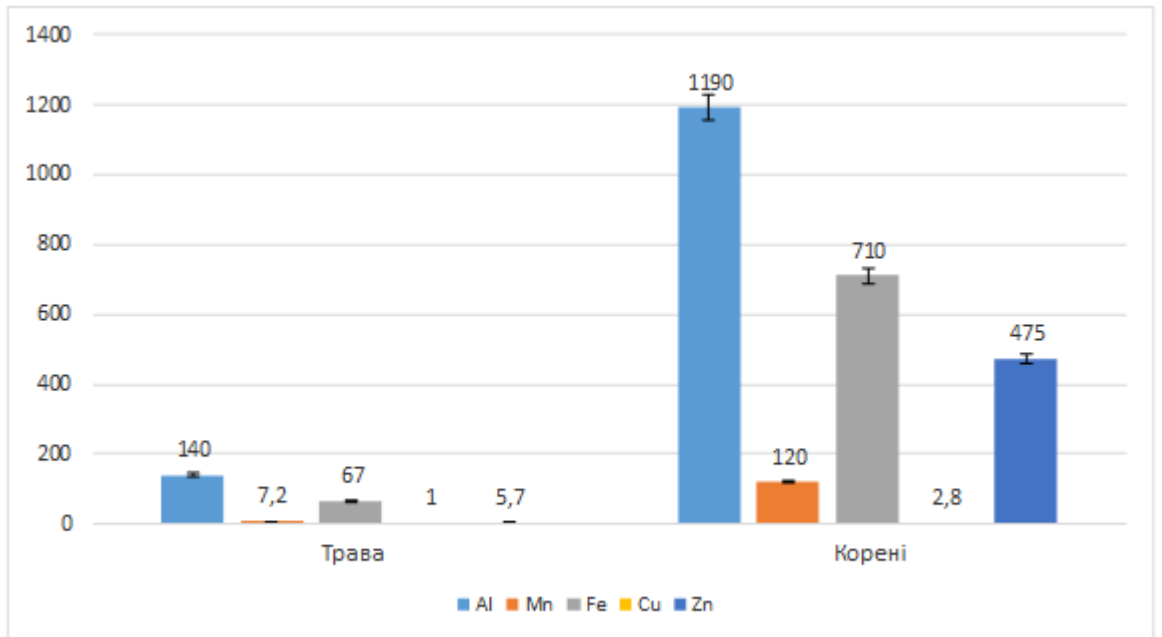


Рис. 2 Вміст мікроелементів у зразках сировини шавлії блискучої, (мг/100 г)

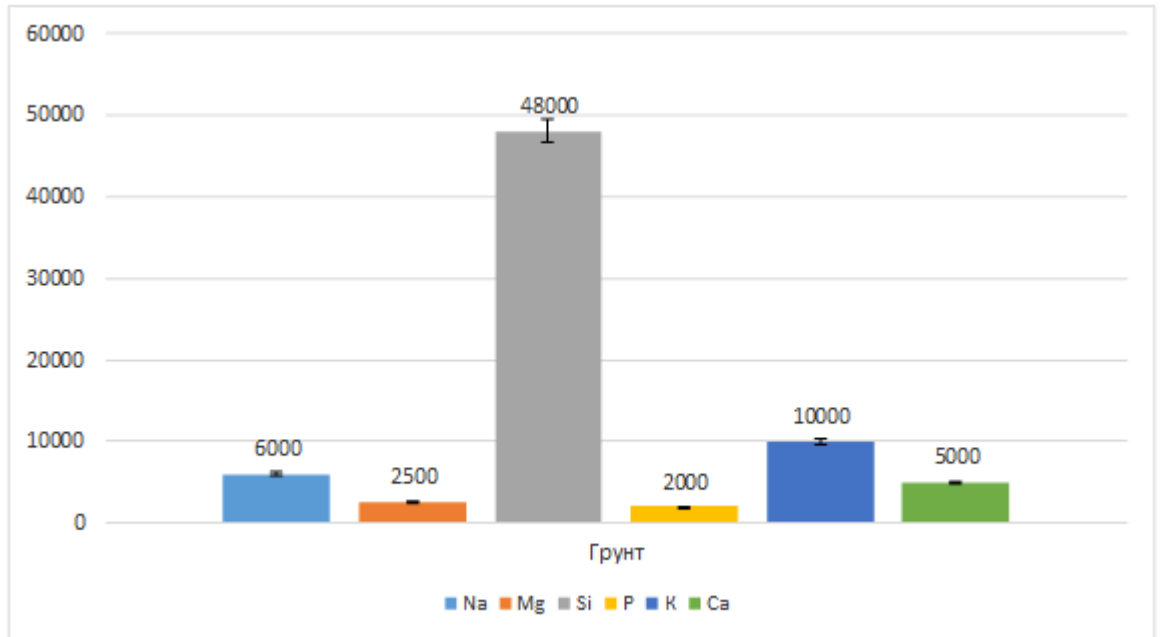


Рис. 3 Вміст макроелементів у зразках ґрунту, (мг/100 г)

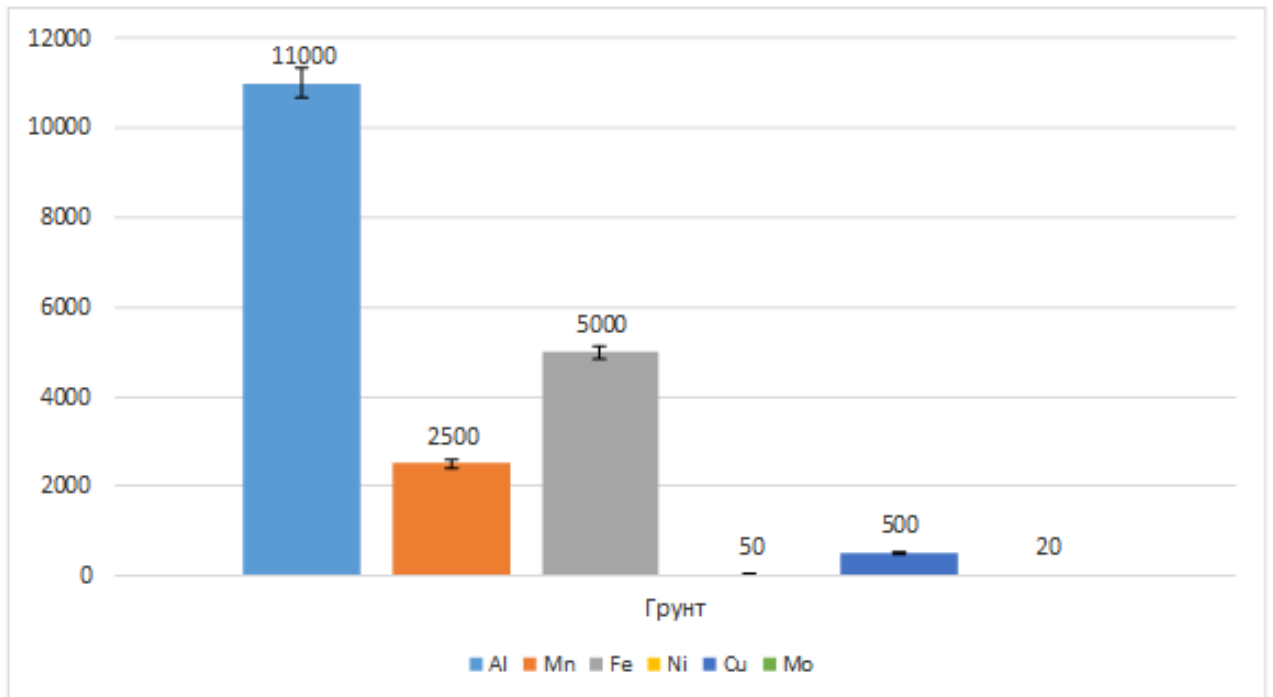


Рис. 4 Вміст мікроелементів у зразках ґрунту, (мг/100 г)

Висновки

1. Вперше методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії встановлено якісний склад і кількісний вміст елементів у сировині шавлії блискучої та ґрунті. Елементний склад трави і коренів представлений 18 елементами, з яких 6 макроелементи та 12 мікроелементи.

2. У ході дослідження були виявлені певні закономірності накопичення елементів у сировині шавлії блискучої. Серед визначених макроелементів у всіх зразках домінують кремній, силіцій, калій, кальцій, натрій та магній, а серед мікроелементів алюміній, ферум, манган та цинк.

3. Отримані результати будуть використані для розробки параметрів стандартизації сировини шавлії блискучої.

Study of the elemental composition of *Salvia splendens* Sellow ex Roem. et Schultes

Yulia Berkalo, Viktoria Kuznecova

Introduction. The elemental composition of medicinal plants is related to physiological processes and environmental factors that occur during the development of the plant organism. Preparations based on raw materials from medicinal plants contain mineral complexes that play an active role in the human body's metabolic processes. The nutritional status of medicinal plants consumed by a person can negatively or positively affect his health. A deficiency of one or another element can cause various diseases, and therefore, it is essential to know and take into account the elemental composition of medicinal raw materials. **Aims of the research.** The study aims to conduct a comparative analysis of the qualitative composition and quantitative content of macro- and microelements in the soil and raw material of sage.

Research methods. The content of macro- and microelements in the grass and roots of the brilliant sage and in the soil was determined by the method of atomic absorption spectrophotometry. **Results and Discussion.** The research results show that the grass and roots of the brilliant sage contain at least 18 chemical elements. Silicon, potassium, calcium, sodium and magnesium dominated the determined microelement composition of all samples, and aluminum, iron, manganese and zinc were among the microelements. **Conclusions.** For the first time, the qualitative composition and quantitative content of elements in the raw material of *Salvia splendens* and soil were determined by the method of atomic absorption spectrophotometry. The elemental composition of grass and roots was represented by 18 elements, six macroelements and 12 microelements. Throughout the study, certain regularities of the accumulation of elements in the raw material of brilliant sage were revealed. Silicon, silicon, potassium, calcium, sodium, and magnesium dominated the macroelements determined in all samples, and aluminum, iron, manganese, and zinc were among the microelements. The content of heavy metals was within normal limits for grass and, except for lead, for roots. The results will be used to develop parameters for standardising raw *Salvia splendens*.

Key words: *Salvia splendens*, grass, roots, soil, elements

References:

1. Al-Fartusie, F.S. and Mohssan, S.N. (2017) 'Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body', *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, 5(3), pp. 127–136.
2. Aznar, A. et al. (2015) 'Immunity to plant pathogens and iron homeostasis', *Plant Science*, 240, pp. 90–97. doi:10.1016/j.plantsci.2015.08.022.
3. Chellan, P. and Sadler, P.J. (2015) 'The elements of life and medicines', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering*

Sciences, 373(2037), p. 20140182.

doi:10.1098/rsta.2014.0182.

4. Chitturi, R. et al. (2015) 'A review on role of essential trace elements in health and disease', *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*, 4(2), p. 75. doi:10.4103/2277-8632.158577.

5. de Bang, T.C. et al. (2020) 'The molecular–physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants', *New Phytologist*, 229(5), pp. 2446–2469. doi:10.1111/nph.17074.

6. Dobermann, A. et al. (2022) 'Responsible plant nutrition: A new paradigm to support Food System Transformation', *Global Food Security*, 33, p. 100636. doi:10.1016/j.gfs.2022.100636.

7. Fones, H. and Preston, G.M. (2011) 'Reactive oxygen and oxidative stress tolerance in plant pathogenic pseudomonas', *FEMS Microbiology Letters*, 327(1), pp. 1–8. doi:10.1111/j.1574-6968.2011.02449.x.

8. Graham, J.H., Dewdney, M.M. and Younce, H.D. (2011) 'Comparison of copper formulations for control of citrus canker on "Hamlin" orange.', *Proc Florida State Hortic Soc.*, 124, pp. 79–84.

9. Imbrea, I.M., Radulov, I. and Nicolin, A.L. (2016) '3. Analysis of Macroelements Content of some Medicinal and Aromatic Plants using Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS)', *Biotechnological Letters*, 21(4), pp. 11642–11649.

10. Kumar, V., Srivastava, A.K. and Suprasanna, P. (2022) *Plant Nutrition and food security in the era of climate change*. London, England: Academic Press.

11. Legin, N.I. et al. (2018) 'Investigation of the elemental composition of *Sanicula Europaea* L. and *Astrantia Major* L.', *Medical and Clinical Chemistry*, (2), pp. 112–116.

12. Loyke, H.F. (2002) 'Effects of elements in human blood pressure control', *Biological Trace Element Research*, 85(3), pp. 193–209. doi:10.1385/bter:85:3:193.

13. Masoodi, M.H. and Rehman, M.U. (2022) *Edible plants in health and diseases volume 1: Cultural, practical and economic value*. Singapore: Springer Nature.

14. Moses, T. and Goossens, A. (2017) 'Plants for human health: Greening Biotechnology and Synthetic Biology', *Journal of Experimental Botany*, 68(15), pp. 4009–4011. doi:10.1093/jxb/erx268.

15. Moskalenko, A.M. and Popova, N.V. (2018) 'Research of mineral composition of *Helichrysum bracteatum* herbal drugs', *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, 0(1(54)), pp. 72–76. doi:10.24959/ubphj.18.160.

16. Pozza, E.A., Pozza, A.A. and Botelho, D.M. (2015) 'Silicon in plant disease control', *Revista Ceres*, 62(3), pp. 323–331. doi:10.1590/0034-737x201562030013.

17. Salehi, B. et al. (2020) '*Astragalus* species: Insights on its chemical composition toward pharmacological applications', *Phytotherapy Research*, 35(5), pp. 2445–2476. doi:10.1002/ptr.6974.

18. Sheng, J., Chen, H. and Shen, L. (2009) 'Determination of six mineral elements in roots, stems, leaves, flowers and seeds of *Scutellaria baicalensis* by

FAAS', *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi*, 29(2), pp. 519–521.

19. State Pharmacopoeia of Ukraine (2016) "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines" Vol 2. Kharkiv: State Enterprise "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines".

20. Stratton, A.E., Kuhl, L. and Blesh, J. (2020) 'Ecological and nutritional functions of agroecosystems as indicators of Smallholder Resilience', *Frontiers in*

Sustainable Food Systems, 4.

doi:10.3389/fsufs.2020.543914.

21. Tripathi, R. *et al.* (2022) 'Plant Mineral Nutrition and disease resistance: A significant linkage for sustainable crop protection', *Frontiers in Plant Science*, 13. doi:10.3389/fpls.2022.883970.

22. Zudova, Ye.Yu. and Khvorost, O.P. (2021) 'The study of the elemental composition of common domestic types of the medicinal plant raw material', *News of Pharmacy*, (2(102)), pp. 14–19. doi:10.24959/nphj.21.