

УДК 615.89

Євгеній СТЕПАНОВ

аспірант кафедри біології, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, м. Ніжин, Чернігівська обл., Україна, 16600 (evgeniystepanov_b@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-6944-2873

Сергій ПАСІЧНИК

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, вул. Графська, 2, м. Ніжин, Чернігівська обл., Україна, 16600 (svpas1964@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5225-0058

DOI 10.32782/2522-9680-2023-2-71

Бібліографічний опис статті: Степанов Є., Пасічник С. (2023). Аналіз впливу деяких мікроелементів ґрунту на концентрацію флавоноїду рутину в пижма звичайного (*Tanacetum vulgare* Linneus, 1753). *Фітотерапія. Часопис*, 2, 72–78, doi 10.32782/2522-9680-2023-2-71

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДЕЯКИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТУ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ФЛАВОНОЇДУ РУТИНУ В ПИЖМА ЗВИЧАЙНОГО (*TANACETUM VULGARE* LINNEUS, 1753)

У статті досліджується вплив мікроелементів ґрунту на концентрацію флавоноїдів у деякій лікарській рослинній сировині. Як досліджувану рослину було використано пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare* Linneus, 1753). Рослинна сировина, як і досліджувані зразки ґрунту, були зібрані у різних районах в один і той самий час. Територія збирання – Чернігівська область, Ніжинський та Прилуцький райони. Рослинна сировина висушувалася та зберігалася відповідно до стандартів Державної фармакопеї України (ДФУ). Екстракцію та вимірювання концентрації флавоноїдів проводили за методикою ДФУ, розділ «Лікарська рослинна сировина, пижмо звичайне». Сировину детально зважували на лабораторних вагах, після чого відправляли на екстракцію. Після екстракції на водяній бані вимірювали оптичну щільність розчинів досліджуваної рослинної сировини за допомогою спектрофотометра, після чого вимірювали за формулою концентрацію флавоноїдів у відсотках у перерахунку на рутин. Досліджувані зразки ґрунту після збирання фасувалися у спеціальні тари та зберігали згідно зі стандартами ГОСТ (ДСТУ). Мікроелементи ґрунту досліджувалися методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у дочірній лабораторії. Досліджували такі мікроелементи ґрунту: бор (В), кобальт (Со), купрум (Сu), магній (Mg), манган (Mn), молібден (Mo), цинк (Zn). Після отриманих результатів було створено кореляційні таблиці та графіки залежно від кожного досліджуваного мікроелемента ґрунту. Проведене дослідження дало змогу проаналізувати вплив мікроелементів ґрунту, виявити у кожного з них властивості інгібувати або активувати біологічні процеси у рослин для підвищення чи зменшення концентрації флавоноїдів у лікарській рослинній сировині, зокрема рутину. Спираючись на отримані результати, можна говорити про рекомендації щодо внесення або вилучення добрив, які мають досліджувані мікроелементи.

Ключові слова: флавоноїди, рутин, лікарська рослинна сировина, біологічно активні речовини, мікроелементи ґрунту, пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare*).

Evgeny STEPANOV

Graduate Student at the Department of Biology, Mykola Gogol Nizhyn State University, Grafaska str., 2, Nizhyn, Chernihiv region, Ukraine, 16600 (evgeniystepanov_b@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-6944-2873

Sergii PASICHNYK

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biology, Mykola Gogol Nizhyn State University, Grafaska str., 2, Nizhyn, Chernihiv region, Ukraine, 16600 (svpas1964@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5225-0058

DOI 10.32782/2522-9680-2023-2-71

To cite this article: Stepanov E., Pasichnyk S. (2023). Analiz vplyvu deiakykh mikroelementiv ґruntu na kontsentratsiiu flavonoidu rutynu v pyzhma zvychainoho (*Tanacetum vulgare* Linneus, 1753) [Analysis of the influence of some soil micro elements on the concentration of the flavonoid rutin in (*Tanacetum vulgare* Linneus, 1753)]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 2, 72–78, doi 10.32782/2522-9680-2023-2-71

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SOME SOIL MICRO ELEMENTS
ON THE CONCENTRATION OF THE FLAVONOID RUTIN
IN *TANACETUM VULGARE* (LINNEUS, 1753)

Actuality. The article examines the effect of soil trace elements on the concentration of flavonoids in some medicinal plant materials. *Tanacetum vulgare* (Linneus, 1753) was used as the research plant. The plant material, as well as the studied soil samples, were collected in different areas at the same time. The collection area is Chernihiv region, Nizhynskiy and Prylutskiy districts. Plant raw materials were dried and stored in accordance with the standards of the state pharmacopoeia. Extraction and measurement of the concentration of flavonoids was carried out according to the methodology of the state pharmacopoeia, medicinal plant raw materials section. The raw material was weighed in detail on laboratory scales, after which it was sent for extraction. After extraction in a water bath, the optical density of the solutions of the studied plant material was measured using a spectrophotometer, after which the concentration of flavonoids was measured as a percentage in terms of rutin according to the formula. The studied soil samples, after collection, were packaged in special containers and stored according to GOST (DSTU) standards. Soil microelements were studied by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma in a subsidiary laboratory. The following trace elements of the soil were studied: (B), (Co), (Cu), (Mg), (Mn), (Mo), (Zn). After the obtained results, correlation tables and graphs of the dependence of each studied microelement of the soil were created. The conducted research made it possible to analyze the influence of soil microelements, to reveal the properties of each of them to inhibit or activate biological processes in plants to increase or decrease the concentration of flavonoids in medicinal plant raw materials, in particular rutin. Based on the obtained results, it is possible to talk about recommendations for the introduction or removal of fertilizers that have the studied microelements.

Key words: flavonoids, rutin, medicinal plant raw materials, biologically active substances, soil trace elements, *Tanacetum vulgare*.

Вступ. Вагома частина лікарських препаратів містить у собі флавоноїди. Такі ліки широко застосовуються у фармації для лікування різноманітних хвороб і станів. У багатьох лікарських препаратах використовують флавоноїди як основну діючу речовину. Їх вагомий лікувальний ефект зарекомендував себе у терапії для лікування серцево-судинних, шлунково-кишкових, нервових захворюваннях та низки інших симптомів і синдромів. Саме тому є велика перспектива дослідження впливу навколишнього середовища певних областей на концентрацію флавоноїдів у лікарській рослинній сировині, яка і використовується у виготовленні ліків. Самі флавоноїди – це похідні фенольних сполук, вони є пігментами рослин. Найвідоміші у фітотерапії флавоноїди – рутин, гесперидин, гіперозид, кверцетин (Георгієвський, 1990, с. 101–107).

Актуальність. У дослідженні аналізується вміст мікроелементів ґрунту та їхній вплив на концентрацію флавоноїду рутину у лікарських рослинах. Деякі мікроелементи можуть входити до складу ферментів, які є каталізаторами різноманітних біохімічних процесів у рослинах, вони можуть інгібувати або активувати дані процеси, що, своєю чергою, може призводити до погіршення врожайності, активації хвороб у рослин, а також змін у хімічному складі біологічно активних речовин, задіяних у фармації (Себеда, 2006, с. 28–38).

Флавоноїди є тими біологічно активними речовинами рослин, які можуть залежати від концентрації мікроелементів ґрунту. Так, наприклад, у дослідженнях В.М. Мінарченко описується вплив нікелю (Ni), купруму (Cu) та плумбуму (Pb) на концентрацію флавоноїдів у (*Potentilla erecta* Linneus, 1977). Так, вміст

нікелю спостерігається у рослинах, які містять флавоноїди, а досліджувана авторами *P. Erecta* має властивість до накопичення міді, що, своєю чергою, впливає на продукцію фенольних сполук у рослин. Було зазначено, що велика кількість плумбуму може позитивно вплинути на фотосинтез рослини, але, як зазначають автори, надмірна концентрація призводить до токсичного ефекту (Мінарченко, 2017, с. 76–81).

У працях зарубіжних учених А. Hassan та М. Zengin описується загальний вплив мікроелементів ґрунту на флавоноїди. У своїх працях автори зазначають, що надмірне внесення бору (B), кобальту (Co), молібдену (Mo) призводить до змін у біологічному циклі рослини, що сприяє пригніченню продукції флавоноїдів (Zeggin, 2008; Hassan, 2012).

Метою дослідження було проаналізувати вміст певної вибірки мікроелементів ґрунту та дослідити їхній вплив на концентрацію флавоноїдів у пижма звичайного (*Tanacetum vulgare* Linneus, 1753), щоб зробити висновок стосовно залучення або вилучення досліджуваних елементів під час вирощування лікарської рослинної сировини.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження збирали квітучі суцвіття пижма звичайного у їх активний сезон цвітіння, після чого їх висушували у рекомендованих умовах, які описуються у ДФУ. Суцвіття розкладали на рівній, сухій поверхні, без прямого потрапляння сонячного світла і з достатньою вентиляцією приміщення. Висушування проводили протягом місяця.

Кількісний вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин проводився за методикою державної фармакопеї. Висушену сировину подрібнювали так, щоб сировина проходила через сито 0,5 мм, після

чого зважену до 1 г (із похибкою у 0,002 г) сировину поміщали у колбу 150 мл, додавали 30 мл 50% етилового спирту, колбу нагрівали на водяній бані протягом 30 хв. Гарячий концентрат фільтрували у колбу 100 мл, так щоб екстрагована рослинна сировина не потрапляла на фільтр, після чого додавали 30 мл 50% етилового спирту. Екстракцію проводили ще два рази, фільтруючи у ту ж мірну колбу (розчин А). Для проведення заміру використовували спектрофотометр Ломо СФ-26. У колбу 25 мл додавали піпеткою 1 мл розчину А та 2 мл 2% алюмінію хлориду. Через 40 хв. вимірювали оптичну щільність розчину за довжини 415 нм у кюветі товщиною 10 мм. Масову частку суми флавоноїдів у відсотках та перерахунку на рутин визначали за формулою: $x = (D \cdot m_0 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) / (D_0 \cdot m \cdot 100(100 - w))$ (Державна фармакопея, 1990, с. 247–251).

Досліджувані зразки ґрунту збирали у той же час з-під досліджуваної рослини. Загалом було залучено три зразки з трьох різних місць.

Зразок 1 – три проби ґрунту брали у локації (Чернігівська область, Ніжинський район, з'їзд у бік Березанки).

Зразок 2 – три проби ґрунту брали у локації (Чернігівська область, Прилуцький район, в. м. 12, біля непрацюючих колій).

Зразок 3 – три проби ґрунту брали у локації (Чернігівська область, м. Ніжин, Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, агростанція).

Досліджувані хімічні елементи ґрунту: бор (В), кобальт (Сo), купрум (Сu), магній (Mg), манган (Mn), молібден (Mo), цинк (Zn).

Визначення вмісту елементів (В, Сo, Сu, Mg, Mn, Zn, Mo,) проводили методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (табл. 1).

Результати дослідження та їх обговорення. Для наглядного прикладу залежності концентрації рутину від концентрацій мікроелементів ґрунту було створено графіки (рис. 1–7).

Таблиця

Концентрація рутину у *Tanacetum vulgare* L залежно від досліджуваних мікроелементів ґрунту

	Концентрація рутину (1 зразок) %	Концентрація рутину (2 зразок) %	Концентрація рутину (3 зразок) %	Похибка
Досліджуваний елемент	5.619	6.257	6.896	0.005
Бор (В), мг/кг	1,04	0,24	0,19	0.01
Кобальт (Сo), мг/кг	0,27	0,18	0,05	0.01
Купрум (Сu), мг/кг	2,77	1,05	0,92	0.01
Магній (Mg), мг/кг	1,5	0,14	0,22	0.01
Манган (Mn), мг/кг	20,81	27,18	31,33	0.01
Молібден (Mo), мг/кг	0,12	0,08	0,02	0.01
Цинк (Zn), мг/кг	19,22	31,1	21,06	0.01

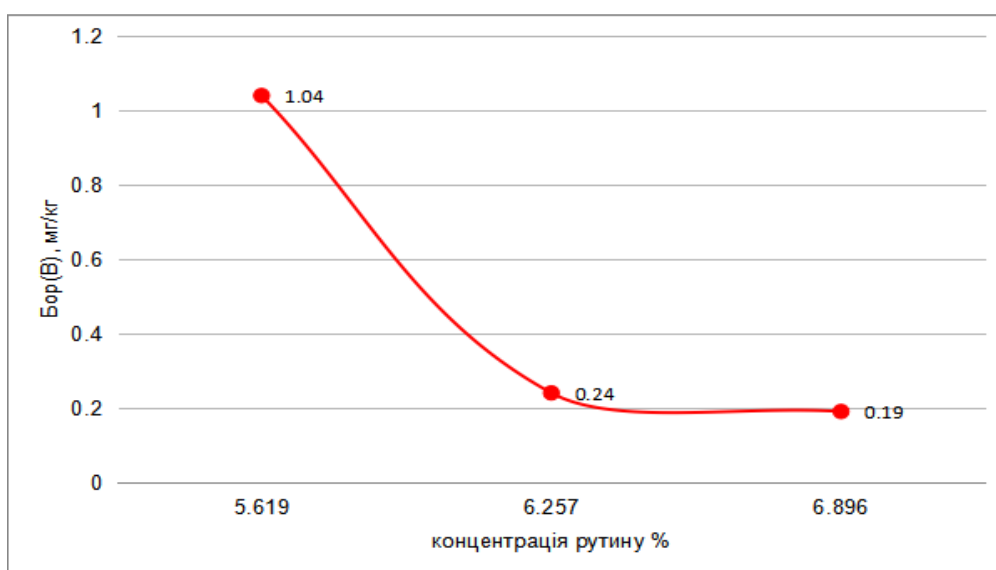


Рис. 1. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації бору

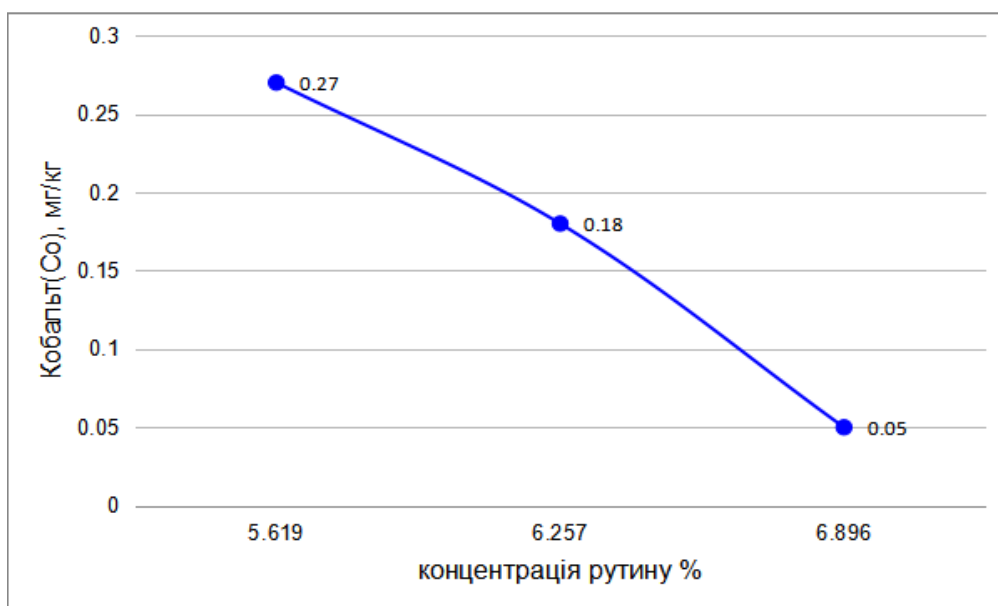


Рис. 2. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації кобальту

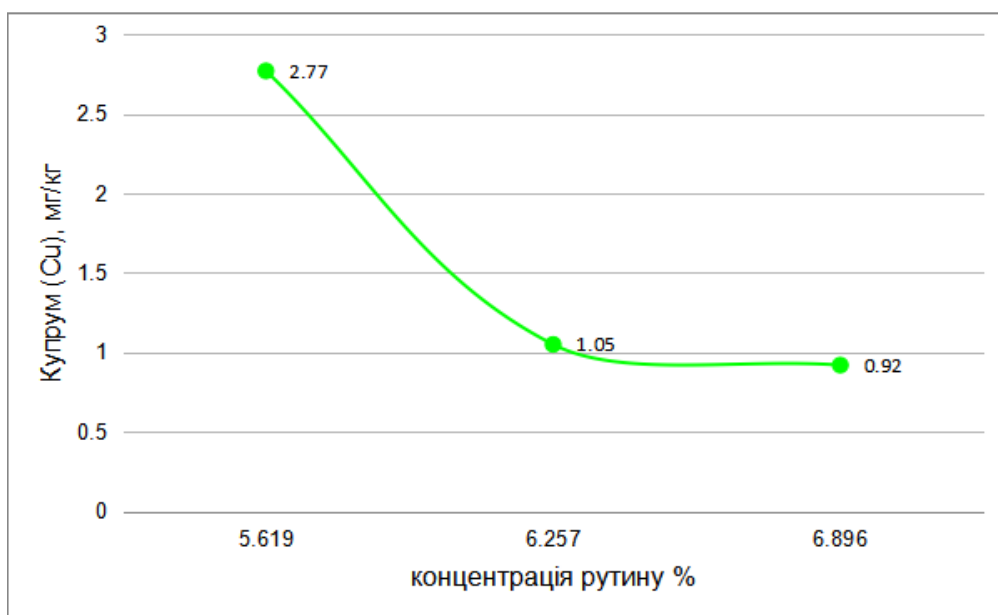


Рис. 3. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації купруму

Як видно з рис. 1, у досліджуваній рослині бор інгібує продукцію рутину. Слід зауважити, що після значення 0,24 мг/кг і до кінцевого значення 0,19 мг/кг концентрація рутину значно збільшується, що дає підстави вважати, що бор не є бажаним мікроелементом у ґрунті для накопичення рослинами флавоноїдів.

Як видно з рис. 2, кобальт, як і бор, пригнічує накопичення флавоноїду рутину у сировині. Це може

бути пов'язано, передусім, із тим, що цей мікроелемент у даних концентраціях може бути токсичним та впливати на продуктивні властивості рослин. Виходячи із цього, є підстави вважати кобальт небажаним мікроелементом для вирощування флавоноїдовмісних рослин.

Із рис. 3 видно, що купрум у даних концентраціях спричинив інгібування концентрації флавоноїду рутину у досліджуваній рослині. Слід зазначити,

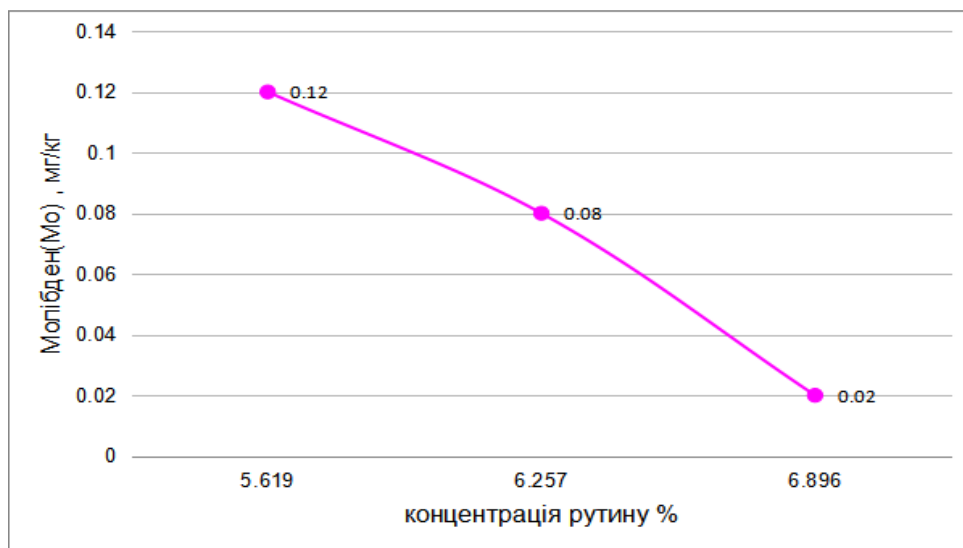


Рис. 4. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації молібдену

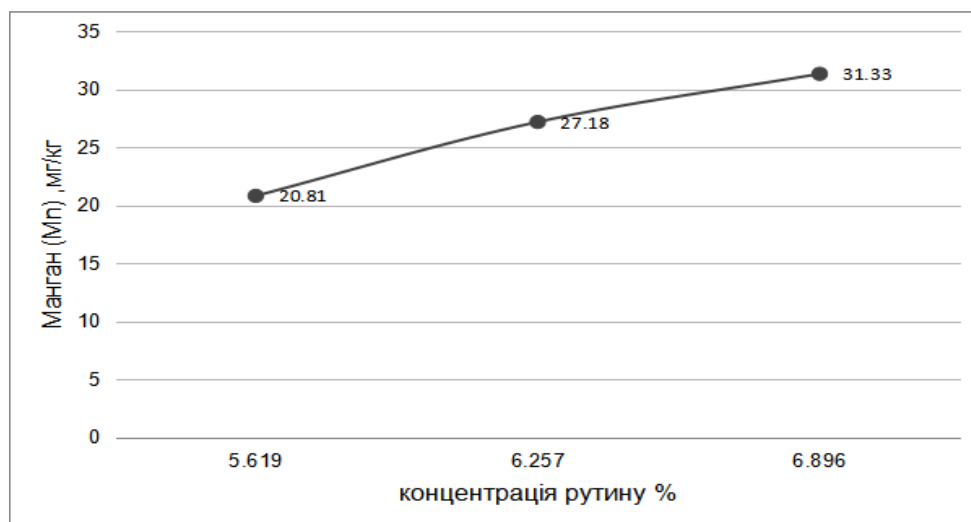


Рис. 5. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації мангану

що у деяких флавоноїдовмісних рослинах купрум сприяє накопиченню флавоноїдів, але, можливо, для пижма такі концентрації перевищують допустиму норму, що і спричиняє такий ефект.

Молібден у великих концентраціях може бути токсичним для багатьох рослин. На рис. 4 ми бачимо, як навіть незначні концентрації молібдену пригнічують продукцію рутину у рослині. Ураховуючи дані, рекомендується уникати застосування добрив, які можуть використовувати цей мікроелемент під час вирощування пижму.

Як видно з рис. 5, манган активує продукцію рутину у досліджуваній рослині. Це можна поясни-

ти тим, що манган поліпшує метаболічні процеси у рослин, а дані концентрації є достатніми, щоб не спричинити токсичного ефекту. Ураховуючи це, манган є рекомендованим мікроелементом для вирощування флавоноїдовмісних рослин.

Із рис. 6 та 7 видно, що концентрація флавоноїдів має непростий зв'язок з концентрацією досліджуваного мікроелементу ґрунту, і це свідчить про більш вагомий вплив побічних мікроелементів на концентрацію рутину, дані цих двох елементів слід додатково опрацювати та дослідити.

Висновки. Отримані дані дають змогу проаналізувати можливий вплив деяких мікроелементів



Рис. 6. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації магнію

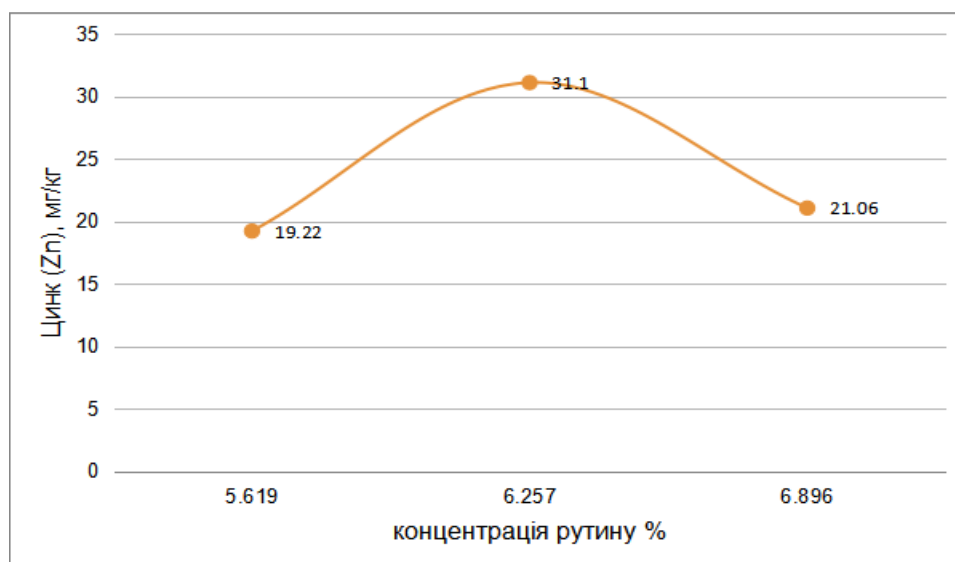


Рис. 7. Динаміка концентрації рутину залежно від концентрації цинку

у ґрунті на концентрацію флавоноїдів, але є винятки, такі як цинк і магній, які повною мірою не дають загального й остаточного підтвердження вагатого впливу цих елементів на концентрацію рутину у пижма звичайного (*Tanacetum vulgare* L.), тому важливим є продовження дослідження із залученням більшої кількості досліджуваних рослин для створення кореляційних таблиць.

Втім, показники інших мікроелементів (бор, кобальт, купрум, манган, молібден) показують прямий вплив на концентрацію флавоноїду ру-

тину. Так, бор, кобальт, купрум, молібден пригнічують продукцію флавоноїду рутину у досліджуваній рослині, що дає підстави не рекомендувати залучення добрив із даними мікроелементами. А дослідження впливу концентрації мангану на концентрацію рутину, навпаки, показало підвищення продукції флавоноїдів, що дає підстави рекомендувати використання речовин із даним мікроелементом, із чого можна зробити висновок про пріоритет внесення цього елемента для отримання кращих результатів у майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

- Anal J. M. H., Chase P. Trace elements analysis in some medicinal plants using graphite furnace – Atomic absorption spectroscopy Environ. Eng. Res. – 2016 <http://dx.doi.org/10.4491/eer.2016.007>
- Georgievsky V. P. Biologicheski aktivnyye veshchestva lekarstvennykh rasteniy [Biologically active substances of medicinal plants] / Komassarenko N. F., Dmitruk S. E. – H.: Nauka, 1990.– pp. 101–107.
- Hassan A. Effects of Mineral Nutrients on Physiological and Biochemical Processes Related to Secondary Metabolites Production in Medicinal Herbs. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology 6 (Special Issue 1), 2012. – P. 105 – 110. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000177>
- Nosal M. A. Likars'ki roslyny i sposoby yikh zastosuvannya u narodi [Medicinal plants and methods of their use in the people] / Nosal M. A., Nosal I. M.; Redaction V. G. Drobotyko. – K.: Zdorovya, 1964. – pp. 298.
- Sereda P. I. Farmakohnoziya: likars'ka roslynna syrovyna ta yiyi fitozasoby [Pharmacognosy: medicinal plant raw materials and its phytomedicines] / Maksutina M. P., Davtan L. L. – V.: Nova Kniga, 2006. – pp. 28–38.
- State Pharmacopoeia. – Release. 2: General methods of analysis. Medicinal plant material. – 11 edition. – M.: Medicina, 1990. – pp. 400.
- V. M. Minarchenko, V. G. Kaplunenko, N. P. Kovalska mineral composition of the rhizomes of *Potentilla erecta* L. ISSN 0367-3057, Pharmaceutical journal № 1, 2017, – pp. 76–81.
- Zengin M., Ozcan M. M., Cetin Ü., Gezgin S. Mineral contents of some aromatic plants, their growth soils and infusions // J. Science of Food and Agriculture. – 2008. – V. 88. – P. 581–589.

Надійшла до редакції 20.02.2023

Прийнята до друку 28.03.2023

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Внесок авторів:

Степанов Є.В. – концепція, дизайн дослідження, збір матеріалу, статистична обробка даних, написання тексту;

Пасічник С.В. – концепція, дизайн дослідження, збір матеріалу, редагування статті.

Електронна адреса для листування з авторами:

evgeniystepanov_b@ukr.net