

УДК 615.89

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.30>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДЕЯКИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТУ НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ФЛАВОНОЇДУ РУТИНУ У ЗВІРОБОЇ ЗВИЧАЙНОМУ (*HYPERICUM PERFORATUM* LINNEUS, 1753)

Степанов Є.В., Пасічник С.В.

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
вул. Графська, 16600, м. Ніжин
evgeniystepanov_b@ukr.net, svpas1964@gmail.com

У статті досліджується вплив мікроелементів ґрунту на концентрацію флавоноїдів у деякій лікарській рослинній сировині. У якості досліджуваної рослини було використано звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* Linneus, 1753). Рослинна сировина, як і досліджувані зразки ґрунту, були зібрані у різних районах в один і той же час. Територія збирання – Чернігівська область, Ніжинський район. Рослинна сировина висушувалася та зберігалася відповідно до стандартів державної фармакопеї. Екстракція та вимірювання концентрації флавоноїдів проводилося за методикою державної фармакопеї, розділ лікарська рослинна сировина, звіробій звичайний. Сировина детально зважувалася на лабораторних вагах після чого відправлялася на екстракцію. Після екстракції на водяній бані, виміряли оптичну щільність розчинів досліджуваної рослинної сировини за допомогою спектрофотометра, після чого виміряли за формулою концентрацію флавоноїдів у відсотках у перерахунку на рутин. Досліджувані зразки ґрунту, після збирання, фасувалися у спеціальні тари та зберігалися згідно стандартів ГОСТ (ДСТУ). Мікроелементи ґрунту досліджувалися методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у дочірній лабораторії. Досліджувалися наступні мікроелементи ґрунту: Бор(В), Кобальт(Со), Купрум(Сu), Магній(Мg), Манган(Мn), Молибден(Мо). Після отриманих результатів було створено кореляційні таблиці та графіки залежності 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, або зменшення концентрації флавоноїдів у лікарській рослинній сировині, зокрема рутин. Спираючись на отримані результати, можна говорити про рекомендації, що до внесення, або вилучення добрив, які мають досліджувані мікроелементи. *Ключові слова:* флавоноїди, рутин, лікарська рослинна сировина, біологічно активні речовини, мікроелементи ґрунту, звіробій звичайний (*Hypericum perforatum*).

Analysis of the influence of some soil micro elements on the concentration of the flavonoid rutin in *Hypericum perforatum* (Linneus, 1753). Stepanov Ye., Pasichnyk S.

The article examines the effect of soil trace elements on the concentration of flavonoids in some medicinal plant materials. *Hypericum perforatum* (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, Nizhyn district. 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, St. John's wort. 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). 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, *Hypericum perforatum*.

Вступ. Вагома величина лікарських препаратів включають в себе флавоноїди. Такі ліки широко застосовуються у фармації для лікування різноманітних хвороб і станів. Багато лікарських препаратів 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 рослин-

ній 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 [2].

Актуальність. У дослідженні аналізується вміст мікроелементів ґрунту та їх вплив на концентрацію флавоноїду рутину у лікарських рослинах. Деякі мікроелементи можуть входити до складу ферментів, що є каталізаторами різноманітних біохімічних процесів у рослинах, вони можуть інгібувати, або активувати дані процеси, що у свою чергу може

призводити до погіршення врожайності, активації хвороб у рослин, а також зміни у хімічному складі біологічно-активних речовин, задіяних у фармації [3, с. 28-38].

Флавоноїди є тими біологічно активними речовинами рослини, які можуть залежати від концентрації мікроелементів ґрунту. Так, наприклад, у дослідженнях В. М. Мінарченко описується вплив Нікелю (Ni), Купруму (Cu) та Плюмбуму (Pb) на концентрацію флавоноїдів у *Potentilla erecta* Linneus, 1797. Так, вміст нікелю спостерігається у рослинах що містять флавоноїди, а досліджувана авторами *P. Erecta* має властивість до накопичення міді, що, у свою чергу впливає на продукцію фенольних сполук у рослин. Було зазначено, що велика кількість плюмбуму може позитивно вплинути на фотосинтез рослини, але, як зазначають автори, надмірна концентрація призводить до токсичного ефекту [5, с. 76-81].

У працях зарубіжних вчених Nassan A. та Zengin M. 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 [6; 8, с. 34].

Метою нашого дослідження було проаналізувати вміст певної вибірки мікроелементів ґрунту та дослідити їх вплив на концентрацію флавоноїдів у звіробі звичайному (*Hypericum perforatum* Linneus, 1753), щоб зробити висновок стосовно залучення, або вилучення досліджуваних елементів при вирощуванні лікарської рослинної сировини.

Матеріали та методи дослідження. Для дослідження збиралися квітучі суцвіття звіробією разом із стеблами, після чого їх висушували у рекомендованих умовах, що описуються у державній фармакопеї. Суцвіття розкладалися на рівній, сухій поверхні, без прямого потрапляння сонячного світла і з достатньою вентиляцією приміщення, із дотриманням рекомендованої вологості приміщення. Висушування проводилося протягом місяця [4].

Кількісне зображення суми флавоноїдів у перерахунку на рутин проводилося за методикою державної фармакопеї. Висушену рослину, подрібнювали, так, щоб сировина проходила через сито 0.5 мм. Після чого, зважену до 1 г (із похибкою у 0,002 г) сировину поміщають у колбу 150 мл, додають 30 мл 50% етилового спирту, колбу нагрівають на водяній бані протягом 30 хвилин. Гарячий концентрат фільтрують у колбу 100 мл, так щоб екстрагована рослинна сировина не потрапляла на фільтр, після чого додають 30 мл 50% етилового спирту. Екстракцію проводять ще 2 рази, фільтруючи у ту ж мірну колбу (розчин А). Для проведення заміру використовувався спектрофотометр Ломо СФ-26. У колбу 25 мл додавали піпеткою 1 мл розчину А та 2 мл 2% алюмінію хлориду. Через 40 хвилин вимірювали оптичну щільність розчину при довжині 415 нм у кюветі товщиною 10мм. Масову частку суми флавоноїдів у відсотках та перерахунку на рутин визначали за формулою: $x = (D \cdot m^{0.001} \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100) / (D_0 \cdot m \cdot 100(100-w))$ [1].

Досліджувані зразки ґрунту збиралися у той же час з під досліджуваної рослини. Загалом було залучено 3 зразки з 3 різних місць.

Зразок 1 – 3 проби ґрунту бралися у локації (Чернігівська область, Ніжинський район, околиці села Мала Кошилівка)

Зразок 2 – 3 проби ґрунту бралися у локації (Чернігівська область, Ніжинський район, з'їзд у сторону села Березанки)

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

Досліджувані хімічні елементи ґрунту: Бор(B), Кобальт(Co), Купрум(Cu), Магній(Mg), Манган(Mn), Молібден(Mo).

Визначення вмісту елементів (B, Co, Cu, Mg, Mn, Mo) проводилося методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою.

Результати дослідження та обговорення. Для наглядного прикладу залежності концентрації рутину від концентрацій мікроелементів ґрунту було створено наступні рисунки графіків:

Таблиця 1

Концентрація рутину у *Hypericum perforatum* L в залежності від досліджуваних мікроелементів ґрунту

	Концентрація рутину (1 зразок) %	Концентрація рутину (2 зразок) %	Концентрація рутину (3 зразок) %	Похибка
Досліджуваний елемент	7.407	7.790	11.621	0.005
Бор (B), мг/кг	1,22	0,99	0,83	0.01
Кобальт (Co), мг/кг	0,18	0,11	0,11	0.01
Купрум (Cu), мг/кг	1,98	1,73	1,5	0.01
Магній (Mg),мг/кг	1,14	1,04	0,64	0.01
Манган (Mn),мг/кг	13,05	19,74	21,03	0.01
Молібден (Mo), мг/кг	0,07	0,05	0,03	0.01

Як видно із рис. 1 у досліджуваної рослини бор інгібує продукцію рутину. Слід зауважити, що після значення 0.99 мг/кг і до кінцевого значення 0.83 мг/кг концентрація рутину значно збільшується, що дає підстави вважати, що бор не є бажаним мікроелементом у ґрунті для накопичення рослинами флавоноїдів.

Із рис. 2 видно, що кобальт, як і бор пригнічує накопичення флавоноїду рутину у сировині. Це може бути пов'язано в першу чергу з тим, що цей мікроелемент, в даних концентраціях може бути токсичним та впливати на продуктивні властивості рослин. Виходячи із цього є підстави вважати кобальт не бажаним мікроелементом для вирощування флавоноїдовмісних рослин.

Із рис. 3 видно, що купрум у даних концентраціях спричинив інгібування концентрації флавоноїду рутину у досліджуваній рослині. Слід зазначити, що у деяких флавоноїдовмісних рослинах купрум сприяє накопиченню флавоноїдів, але, можливо, для звіробою такі концентрації перевищують допустиму норму, що і спричинює 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. Враховуючи дані, рекомендується уникати застосування добрив, які можуть використовувати цей мікроелемент під час вирощування звіробою.

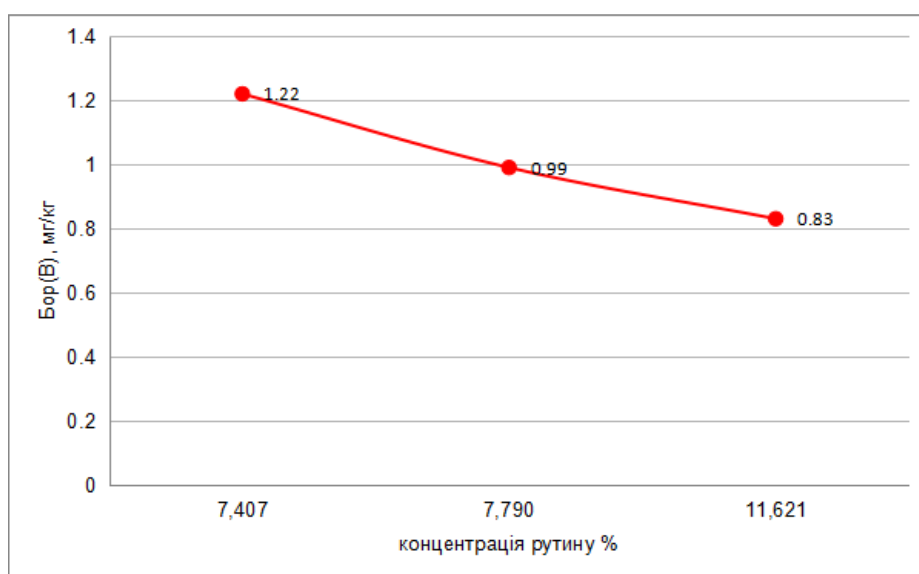


Рис. 1. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації бор

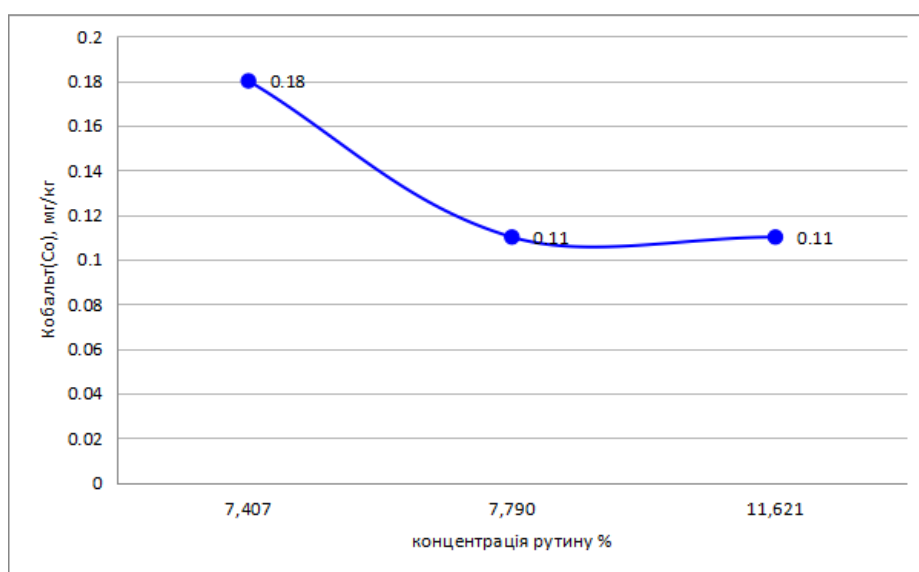


Рис. 2. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації кобальту

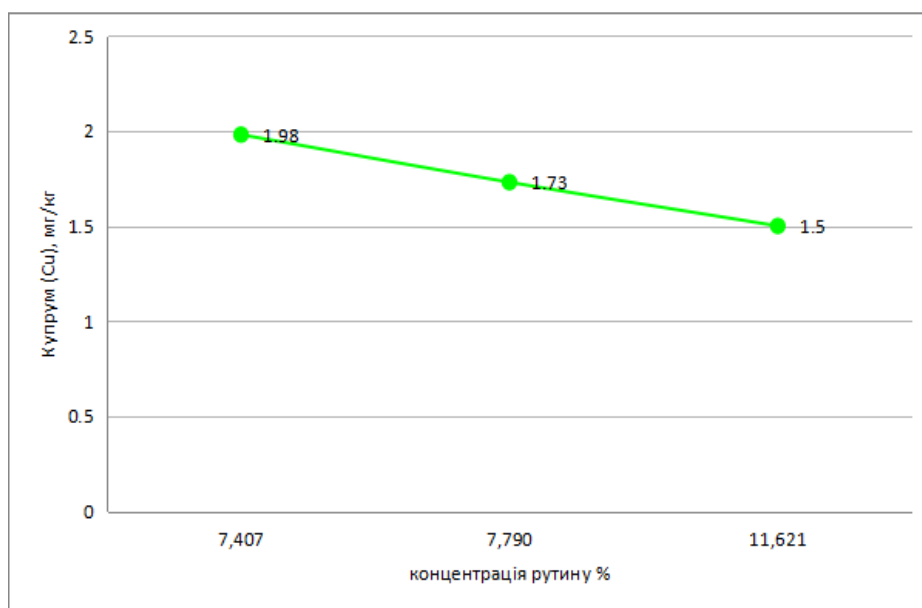


Рис. 3. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації купруму

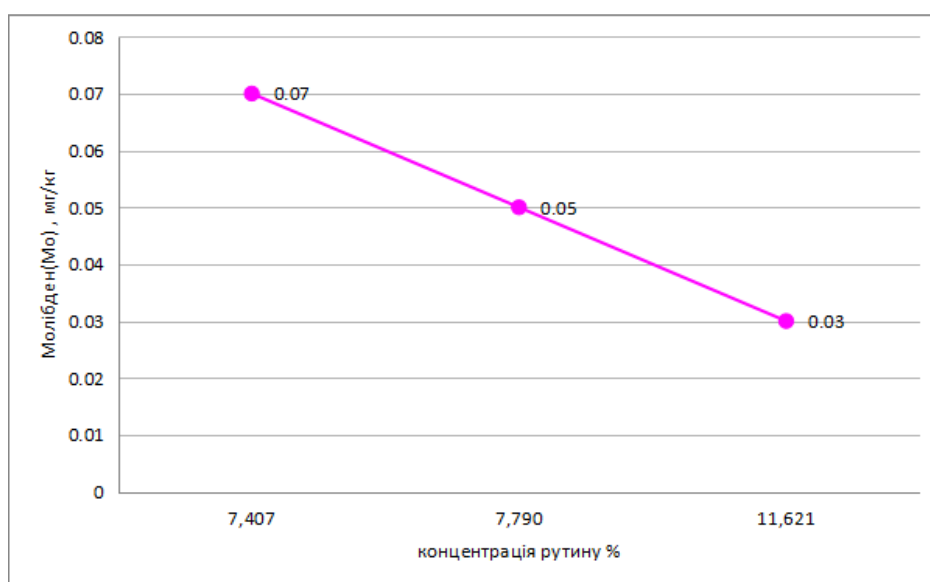


Рис. 4. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації молибдену

Як видно із рис. 5 манган активує продукцію рутину у досліджуваній рослині. Це можна пояснити тим, що манган покращує метаболічні процеси у рослин, а дані концентрації є достатніми, щоб не спричиняти токсичного ефекту, враховуючи це манган є рекомендованим мікроелементом для вирощування флавоноїдовмісних рослин.

Якщо звернути увагу на різницю між показниками концентрації рутину 7.790% та 11.621% можна побачити значне зменшення концентрації магнію с 1.04 до 0.64 мг/кг, що значно більше ніж попередній зразок. Магній впливає на ріст і врожайність рослин, але, як і в випадку із купрумом, магній у даних

концентраціях не продукує, а навпаки – інгібує процес накопичення флавоноїдів рослиною. Втім, слід зазначити, що магній є дуже корисним. Він бере участь у фотосинтезі хлорофілу, зв'язуванні ензимів, енергетичному обміні рослини. А тому є доречним рекомендувати цей мікроелемент лише у випадку дозволених норм.

Висновок. Отримані дані дають змогу проаналізувати можливий вплив деяких мікроелементів в ґрунті на концентрацію флавоноїдів у звіробії звичайному (*Hypericum perforatum* L.). Кожен показник, так чи інакше, впливає на концентрацію рутину, викликаючи активацію, або інгібування продукції

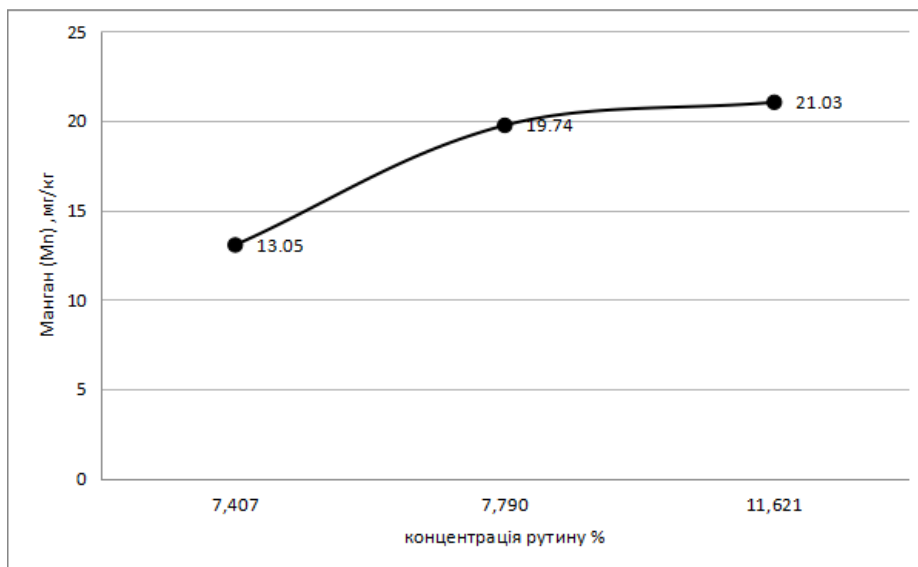


Рис. 5. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації мангану

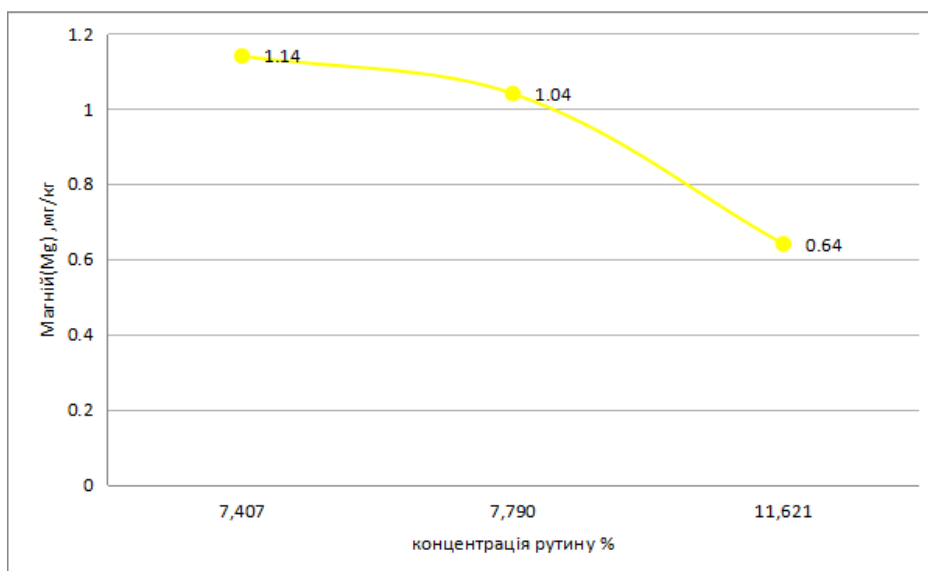


Рис. 6. Динаміка концентрації рутину в залежності від концентрації магнію

даного флавоноїду у лікарській рослинній сировині. Щоб детальніше проаналізувати вплив мікроелементів, у перспективі, є необхідність залучити інші флавоноїдовмісні рослини, а тому важливим є продовження дослідження із залученням більшої кількості досліджуваних рослин для створення кореляційних таблиць.

Втім, показники мікроелементів (бор, кобальт, купрум, магній, манган, молібден) показують прямий вплив на концентрацію флавоноїду рутину. Так, бор, кобальт, купрум, молібден та магній пригнічують продукцію флавоноїду рутину у досліджуваній рослині, що дає підстави не рекоменду-

вати залучення добрив з даним мікроелементом під час її вирощування. Але, слід зазначити, що купрум і магній, у деяких рослинах сприяє накопиченню флавоноїдів, а тому, при нормалізованих дозах є бажаними для вирощування флавоноїдовмісних рослин. Дослідження впливу концентрації мангану на концентрацію рутину навпаки показало підвищення продукції флавоноїдів у звіробі звичайному, що дає підстави напряму рекомендувати використання речовин з даним мікроелементом із чого можна зробити висновок про пріоритет внесення цього елемента для отримання кращих результатів у майбутньому.

Література

1. Державна Фармакопея України. Загальні методи аналізу. Лікарська рослинна сировина. 2-ге видання. Харків: Держ. підпр. "Науково-експертний фармакопейний центр", 2008. 620 с.
2. Мамчур Ф. І. Довідник з фітотерапії. 2-ге видання. Київ: Здоров'я, 1986. 277 с.
3. Серета П. І. Максютіна М. П., Давтян Л. Л. Фармакогнозія: лікарська рослинна сировина та її фітозасоби. Вінниця: Нова Книга, 2006. с. 28–38.
4. Носаль М. А. Носаль І. М. Лікарські рослини і способи їх застосування у народі. За редакцією В. Г. Дроботька. Київ: Здоров'я, 1964. 298 с.
5. В. М. Мінарченко, В. Г. Каплуненко, Н. П. Ковальська Мінеральний склад кореневищ перстача прямостоячого (*Potentilla erecta* L.), Фармацевтичний журнал № 1. 2017. с. 76–81.
6. 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.
7. Anal J. M. H., Chase P. Trace elements analysis in some medicinal plants using graphite furnace-atomic absorption spectroscopy. Environ. Eng. Res. 2016. P. 24.
8. 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.