

УДК 633.11:631.5(292.485)(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.4>

## ВПЛИВ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА СОРТОВУ ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СИРОВИНИ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (*CALENDULA OFFICINALIS* L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Падалко Т.О.** – доктор філософії з агрономії, доцент,  
асистент кафедри садівництва і виноградарства,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
[orcid.org/0000-0001-9299-3721](https://orcid.org/0000-0001-9299-3721)

Дослідження, проведені в період з 2018 по 2024 рік, підкреслили біологічні особливості та доцільність вирощування рослин нагідок лікарських (*Calendula officinalis*) в умовах Правобережного Лісостепу України, в яких розглядається ключова інформація про введення мікроелементів та їх застосування в ґрунт, враховуючи подібну валентність та можливість безпечного застосування. Значним досягненням стало встановлення чітких функцій мікроелементів та розробка методів їх використання для рослин нагідок лікарських сортів «Сонячна красуня» та «Радіо». Метою цього дослідження було оцінити вміст та розподіл необхідних та корисних елементів у різних органах та на різних стадіях розвитку календули в польових умовах. Встановлено, що сировина досліджуваних сортів відповідає нормативній документації за критерієм екологічної безпеки щодо внесення макро та мікроелементів за агрономічними параметрами. Відмічені сортові відмінності за елементним хімічним складом досліджуваних рослин. У сорту Сонячна красуня мали змогу спостерігати вищий вміст макроелементів в сировині по натрію – у 1,5 раза та калію у 1,1 раза, а за вмістом мікроелементів (алюміній – у 2,3, бор – 1,9, залізо в 1,4 рази). У сировині сорту Радіо, спостерігалися показники, які визначали вищий вміст калію, фосфору, цинку, йоду та міді. Найбільша врожайність повітряно-сухої маси суцвіть, що склала 1,86 т/га, зафіксована у сорту Сонячна красуня при сівбі за осіннього строку. Дослідження дають змогу зробити висновок, що в умовах Правобережного Лісостепу України можна вирощувати нагідки лікарські на ґрунтах бідних на ці мікроелементи, що регулювало урожайність за досліджуваними факторами та якість сировини, шляхом їх внесення.

**Ключові слова:** нагідки лікарські, технологія вирощування, макро- та мікроелементи, урожайність, якість.

### ***Padalko T.O. Influence of macro- and micro-elements on varieties yield and quality of raw material of calendula (*Calendula officinalis* L.) in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine***

*Studies conducted from 2018 to 2024 highlighted the biological features and feasibility of growing medicinal marigolds (*Calendula officinalis*) in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, which consider key information on the introduction of microelements and their application to the soil, taking into account similar valence and the possibility of safe application. A significant achievement was the establishment of clear functions of microelements and the development of methods for their use for medicinal marigold plants of the varieties “Soniachna Krasunya” and “Radio”. The purpose of this study was to assess the content and distribution of necessary and useful elements in different organs and at different stages of calendula development in field conditions. It was established that the raw materials of the studied varieties comply with the regulatory documentation according to the criterion of environmental safety regarding the introduction of macro and microelements according to agronomic parameters. Varietal differences in the elemental chemical composition of the studied plants were noted. In the Sonechna Krasunya variety, it was possible to observe a higher content of macroelements in the raw material for sodium – 1.5 times and potassium – 1.1 times, and for the content of microelements (aluminum – 2.3, boron – 1.9, iron – 1.4 times). In the raw material of the Radio variety, indicators were observed that determined a higher content of potassium, phosphorus, zinc, iodine and copper.*

*The highest yield of air-dry mass of inflorescences, which amounted to 1.86 t/ha, was recorded in the Sonechna Krasunya variety when sowing in the autumn period. The studies allow us to conclude that in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, it is possible to grow medicinal marigolds on soils poor in these microelements, which regulated the yield according to the studied factors and the quality of the raw material by applying them.*

**Key words:** *calendula, cultivation technology, macro- and microelements, yield, quality.*

**Актуальність теми дослідження.** В сучасних умовах розвитку сільського господарства, особливого значення набувають методи культивування, що базуються на екологічно безпечних технологіях. Це пов'язано з тим, що внесення високих доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин без достатнього наукового обґрунтування та з порушенням технології застосування може мати вкрай небезпечні екологічні наслідки, що неприпустимо у вирощуванні та заготівлі лікарських рослин. Лікарські рослини мають виняткове значення у підтримці високої якості життєдіяльності людини і, незважаючи на широкий асортимент синтетичних медичних препаратів, сировину лікарських рослин широко використовують у науковій та традиційній медицині. Для планування й аналізу експериментів з агроєкології, агротехніки, селекції лікарських та ароматичних рослин, застосовуються елементи удобрення, а тому рослина при повноцінному комплексі мікроорганізмів одержує необхідне кореневе живлення, внаслідок чого реалізує свій генетичний потенціал стосовно врожаю та якості лікарської рослинної сировини [7].

Для раціонального використання біологічних можливостей лікарської рослинної сировини нагідок лікарських, що культивуються в умовах Правобережного Лісостепу України, проведено експериментальні дослідження для встановлення впливу макро- та мікроелементів на урожайність та показники якості цінної лікарської сировини. Отримані результати досліджень демонструють значущість для науки та агровиробництва. Вони охоплюють наукове, теоретичне та практичне обґрунтування застосування ключових елементів, що спираються на вивчення особливостей формування продуктивності та характеристик якості лікарської сировини. Це дозволило максимально розкрити потенціал рослин нагідок лікарських та забезпечити ефективне використання наявних природних ресурсів зони культивування [8].

Нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) – однорічна трав'яниста рослина, родини Айстрові (*Asteraceae*), рід нараховує до 25 видів, серед яких найбільш розповсюджені *C. officinalis*, *C. arvensis*, *C. tripterocarpa*, *C. stellata* та *C. Suffruticose* що наряду з ромашкою лікарською, широко культивується не тільки в Україні, а й у багатьох європейських країнах світу. За морфологічними ознаками рослина заввишки до 80 см, коренева система стрижнева, стебло пряmostояче, починає розгалужуватися від основи, ребристе, покрите короткими, твердими волосками, густо розташованими у верхній частині, листя розташоване у черговому порядку, світло-зеленого кольору, досягає довжини до 15 см, з ледь помітними зубчиками по краях, квітки зібрані у великі кошики, до 9 см у діаметрі, які одиночно розміщені на верхівках стебел та бічних пагонів. Крайові квіти – язичкові, їхнє забарвлення варіюється від жовтого до насичено-жовтогарячого, розташовані у 10 рядів (як прості, так і махрові). Плід сім'янка [10].

Широкий спектр лікувальних властивостей нагідок лікарських пояснюється присутністю великої кількості різних за хімічною природою та фармакологічною дією біологічно активних речовин: флавоноїди, ксантофіли та каротиноїди, ефірна олія, кумарини, водорозчинні полісахариди (14,75%). У надземній частині

містяться сапоніни, дубильні речовини, гірка речовина календен, насичені три-терпендіоли: арнідіол та фарадіол. Суцвіття містять каротиноїди – до 3%; ефірна олія (0,02%); флавоноїди (до 4%); гірки та дубильні речовини; азотовмісні сполуки (1,5%); органічні кислоти (6–8%); сліди алкалоїдів, календулозиди, концентрує Zn, Cu, Mo, Se. В останні роки селену приділяється велика увага через антиоксидантні властивості. Препарати мають антисептичний, ранозагоювальний, седативний, спазмолітичний ефект, нормалізують серцеву діяльність та зменшують набряки, прискорюють процеси регенерації, сприяють епітелізації [4].

Якість лікарської сировини регламентується Державною Фармакопеєю України та Європейською фармакопеєю. Відповідно до фармакопейної статті «Квіти нагідок» у суцвіттях повинно містити не менше 35% екстрактивних речовин, що витягуються 70-відсотковим спиртом [3]. Тому велике значення має виявлення дії макро- та мікроелемента на накопичення діючих речовин.

Стійкість до високого рівня елементів харчування контролюється генетично, залежить від біологічних, видових та сортових особливостей рослини, макро- та мікроелементів, факторів навколишнього середовища та реалізується через фізіолого-біохімічні механізми. Елементи живлення є ключовими для всіх аспектів росту та розвитку рослини: вони задіяні у формуванні органічних речовин, контролюють збільшення вегетативної маси, беруть участь у фотосинтезі та синтезі хлорофілу, сприяють росту коренів, підвищують зимостійкість, стійкість до захворювань, шкідників та стресових факторів, допомагають регулювати водний баланс, забезпечують транспортування цукрів по рослині, впливають на окислювально-відновні реакції, активізують ферменти та ферментативні процеси, підсилюють обмін речовин, зміцнюють клітинні стінки. Елементи живлення задіяні в азотному та білковому обміні речовин, входять до складу амінокислот, вітамінів та рослинних олій, регулюють дихання та біосинтез. Важливе значення має встановлений взаємозв'язок між вмістом макро- та мікроелементів у лікарських рослинах і їхнім впливом. Завдяки взаємодії з біологічно активними сполуками ці елементи регулюють біохімічні процеси та синтез життєво важливих речовин, необхідних для підтримки гомеостазу [5].

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах розвитку сільського господарства особливого значення набуває високоєфективне застосування ефективних технологій та якісних систем удобрення. Макроелементи (N, P, K та ін.) відповідають за вегетацію рослин, бутонізацію та для формування суцвіття; використовуються в якості будівельного матеріалу для клітинних стінок і стимулює ріст кореневої системи. Мікроелементи (B, Mn, Cu, Zn, Co, Mo) є ключовими для здорового росту та формування рослин, відіграючи важливу роль у фотосинтезі, синтезі білків, жирів і вуглеводів [6].

Всебічно біологічне питання щодо значення елементів для життя рослин вперше почав вивчати В.І. Вернадський, згодом над розв'язанням даних теоретичних та практичних аспектів працювали Е.В. Бобко, М.М. Городній, М.Я. Шевніков, П.А. Власюк та ін., які розглядали їх як надзвичайно важливі фактори для життєдіяльності рослин [9].

**Мета дослідження** полягала в науково-практичній оцінці макро- та мікроелементів і обґрунтування їх форм і способів внесення за допомогою польових і вегетаційних дослідів з підвищення врожайності та якості лікарської сировини нагідок лікарських і розробка заходів для оптимізації експериментальних досліджень.

**Методика досліджень.** При дослідженні використовували одні й ті самі форми добрив, вносили їх в однаковій кількості, дотримуючись однієї й тієї ж

техніки закладання. Після визначення схеми досліду розробляли умови закладання, щоб мати вірогідні дані з дотриманням типовості, точності досліду, а також принципу єдиної відміни. У дослідженнях використовували польові загальноприйняті польові та лабораторні методи досліджень вивчення елементів технології вирощування рослин *C. officinalis* упродовж 2018–2024 рр. у сівозміні зернових культур в умовах ФООП «Прудивус». Об'єктами дослідження були зареєстровані високопродуктивні сорти *C. officinalis* Сонячна красуня (*sunny beauty*) та Радіо (*Radio*) [2].

Фенологічні спостереження проводили на основних етапах росту і розвитку рослин відповідно до «Методики сортовипробування сільськогосподарських культур». Структуру посівів визначали шляхом біологічного аналізу чотирьох повторних пробних площ по 1 м<sup>2</sup> у різних місцях. Статистичну обробку результатів проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програмних пакетів Agrostat і Statistica 10.0. [9].

Агрохімічні показники ґрунту визначали за такими методиками: рНsol – 1 N HCl екстракт, загальні обмінні основи за Каппеном, вміст гумусу за І.В. Тюрніним, рухомих форм фосфору та калію за Кірсановим, азоту за Корфілдом. Загалом ґрунти дослідних ділянок характеризуються високою забезпеченістю макроелементами, такими як фосфор, калій та азот, і слабокислим рН 5,2–5,7 [7; 8].

Для вегетаційного досліду в посудини насипали ґрунт із розрахунку 10 кг чорнозему важко суглинкового. Мікроелементи вносили в ґрунт малій кількості: бору – 1,0 мг; цинку – 2,5 мг, міді 0,5 мг; молібдену – 1,0 мг; кобальту – 1,0 мг діючої речовини на кілограм ґрунту; заліза – 4,0 мг, йоду – 5.6 до 7,48 мг та алюмінію – 8,00 мг/кг.

Цікаво, що врожайність при внесенні елементів удобрення підвищувалася переважно за рахунок збільшення кількості формованих суцвіть, а не їхньої маси.

**Результати досліджень.** За результатами досліджень можна сказати, що інтенсивність наростання надземної частини рослин змінюється впродовж усього вегетаційного періоду залежно від морфо-біологічних особливостей сортів та технологічних факторів. Технологія обробітку передбачає застосування добрив, які можуть вплинути на хімічний склад рослин та якість лікарської рослинної сировини.

Дані показують (табл. 1), що вміст важких металів у сировині обох сортів відповідас, міжсортowa різниця за змістом макро-і мікроелементів у суцвіттях нагідок лікарських характеризується як позитивними, і негативними величинами. Характеристика накопичення макро- та мікроелементів у лікарській рослинній сировині важлива в оцінці якості. Вищий вміст макроелементів спостерігалoся в сировині у сорту Сонячна красуня по натрію – у 1,5 раза та калію у 1,1 раза, а за вмістом мікроелементів (алюміній – у 2,3, бор – 1,9, залізо в 1,4 рази). У сировині сорту Радіо, спостерігалися показники, які визначали вищий вміст калію, фосфору, цинку, йоду та міді.

Узагальнюючи дані таблиці 1, можна скласти ряди за макро- та мікроелементами. Для кожного сорту в порядку зменшення за 5 макроелементами утворюються такі ряди: Радіо: К > Са > Р > N > Na; Сонячна красуня: К > Са > Р > Na > N. За 7 мікроелементами в порядку зменшення спадні ряди мали такий вигляд: Радіо: Fe > Zn > B > Al > Cu > Mo > I > Co; Сонячна красуня: Fe > B > Al > Zn > Cu > Mo > I.

З наведених даних видно, що сорти відрізняються за накопиченням макроелементів лише за розташування алюмінію та молібдену.

Таблиця 1

**Вміст макро- та мікроелементів у суцвіттях сортів нагідок лікарських  
(*Calendula officinalis* L.), мг/кг (сухої речовини)**

Елемент	Сорт (фактор А)		Різниця між сортами
	Сонячна красуня ( <i>sunny beauty</i> ) (К)	Радіо ( <i>Radio</i> )	
Макроелемент	Середнє за 2018–2024 р.р		
Контроль (дистильована вода)			-
Калій (К)	23310±1412,2	23474±632,4	-164
Натрій (Na)	2321,3±245,6	1542,6±158,1	+778,7
Кальцій (Ca)	10499,3±1013,6	9529,8±1192,6	+969,5
Азот (N)	1881,7±61,4	2229,5±222,7	-347,8
Фосфор (P)	2916,5±338,3	3378,5±125,4	-462
Мікроелемент	Середнє за 2018–2024 р.р		
Контроль (дистильована вода)			-
Бор (В)	76,77±5,101	39,71±13,121	+37,055
Цинк (Zn)	37,58±1,890	41,95±2,047	-4,363
Мідь (Cu)	7,87±0,725	8,96±0,711	-1,09
Алюміній (Al)	46,78±7,82	20,73±3,85	+26,05
Залізо (Fe)	213,75±16,245	155,25±15,607	+58,5
Кобальт (Co)	0,2013±0,036	0,143±0,015	+0,058
Йод (I)	0,072±0,0067	1,136±0,910	-1,064
Молибден (Mo)	2,288±0,329	1,940±0,182	+0,348
<i>Примітка. Різниця достовірна при <math>p \leq 0,05</math></i>			

Екологічні методи вирощування рослин з використанням макро- та мікроелементів можуть значно підвищити врожайність рослин. Інтенсивність цвітіння визначали 6 разів за врожаєм повітряно-сухих квіток. Результати проведених досліджень свідчать про підвищення інтенсивності формування суцвіть впродовж перших 15 діб масового цвітіння рослин в 3 збори (табл. 2).

Найвища урожайність повітряно-сухої сировини суцвіть 1,86 т/га відмічена в сорту Сонячна красуня за осіннього строку сівби. Втрата в масі при висушуванні зразків рослинної сировини нагідок лікарських становила 12,8–13,4%, не перевищила вимог Державної фармакопеї [1; 3] (не більше 14%) та не залежала від рівня внесення елементів удобрення.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Проведені дослідження в умовах Правобережного Лісостепу України дали змогу встановити основні закономірності застосування мікроелементів під культуру з метою одержання високої врожайності і якості лікарської сировини на ґрунтах бідних на ці мікроелементи, що компенсувало шляхом їх внесення. За мікроелементами у сорту Сонячна красуня спостерігається достовірне переважання над сортом Радіо Al, Mo, B. Встановлено, що позитивний вплив на урожайність мали й строки сівби. Їхня ефективність підвищувалася від першого строку до третього.

Таблиця 2

**Динаміка урожайності нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.), т/га при внесенні макро- та мікроелементів за строками збору сухої сировини (Середнє за 2018–2024 рр.)**

Сорт (фактор А)	Період збору суцвіть за строками сівби					
	Строк сівби (фактор В)					
	осінній		весняний		літній	
	Урожайність, т/га		Урожайність, т/га		Урожайність, т/га	
	суцвіть	насіння	суцвіть	насіння	суцвіть	насіння
Сонячна красуня ( <i>sunny beauty</i> ) (К)	1,86	0,54	1,03	0,62	0,86	0,48
Радіо ( <i>Radio</i> )	1,03	0,51	0,99	0,56	0,77	0,44
НІР <sub>0,05</sub>	0,13	-	0,08	-	0,06	-

Перспективою подальших досліджень є розроблення шляхів реалізації визначених агротехнічних вимог на створення ефективної технології вирощування культури.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Гудзенко А. В. Розробка ВЕРХ методики визначення ізорамнетин-3-рутинозиду в лікарських засобах квіток нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.). *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2015. Вип. 42. № 1. С. 82–87. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ft\\_2015\\_1\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ft_2015_1_14)
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2024 році / Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2024. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestrsortiv-roslin> (дата звернення: 02.04.2025)
- Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доповнення 7. Харків, 2024. Т. 1. 296 с. ISBN 978-617-95285-1-4
- Lupak O., Klerach H., Antonyak H. Marigold (*Calendula officinalis* L.) and its components as a source of biologically active substances. *Ecology and human health* / Ed. by Andrzej Krynski et al. Czestochowa: Educator, 2018. P. 65–76. URL: <http://dx.doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.20>
- Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*. Травень, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-vroslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (дата звернення: 10.03.2025)
- Падалко Т.О., Овчарук В.І. Вплив мікродобрив на урожайність та якість вегетативної маси і кореневища з коренями рослин ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) *toenckh.*) в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець-Подільський. Видавничий дім «Гельветика». 2024, № 4 (45). С. 39–44. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.5>
- Падалко Т.О. Еколого-технологічні особливості впливу строків сівби на формування біометричних показників нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.) в умовах Правобережного Лісостепу України. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. 2024. Вип. 76 (2). С. 72–80. URL: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-2-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-2-7)

8. Padalko T. O. Dynamics of growth and development of *Calendula* plants (*Calendula officinalis*) according to the duration and phases of vegetation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. International periodic scientific journal “*Scientific World Journal*”. 2024. Vol. 23, no. 2. P. 72–78. URL: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-23-00-055> (last accessed: 12.04.2025).

9. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. Кн. 1. *Теоретичні аспекти дослідної справи*. Харків: Майдан, 2016. С. 167–169. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/33532>

10. Savić I. M., Gajić I. M. S. Physical, chemical and antioxidant stability studies of a topical formulation containing pot marigold (*Calendula officinalis*) flowers extract. *Adv. Technol.* 2021. Vol. 10 (1). P. 11–19. URL: <https://doi.org/10.5937/savteh2101011S> (last accessed: 08.08.2024).

---