

ВТОРИННІ МЕТАБОЛІТИ ЛІКАРСЬКО-АРОМАТИЧНИХ РОСЛИН РОДИНИ LAMIACEAE MARTINOV

Котюк Л.А.¹, Рахметов Д.Б.², Іващенко І.В.¹, Котюк В.С.¹¹Поліський національний університет

Старий бульв., 7, 10008, м. Житомир

²Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка Національної академії наук України

вул. Садово-Ботанічна, 1, 01014, м. Київ

kotyuk-la@ukr.net, kalateja@ukr.net, rjb2000.16@gmail.com, zr220784kvs@gmail.com

Упродовж останнього часу зріс попит на природні лікарські засоби, що призвело до надмірного збору дикорослих рослин та стало причиною зниження чисельності їх популяцій. Оскільки рослинний світ відіграє ключову роль у житті людини, його ресурси розглядають як національне надбання, що потребує ретельного дослідження. Це необхідно не лише для використання рослин у медичних цілях, а й для покращення раціону харчування та загального рівня здоров'я населення.

Особливо важливими є дослідження, спрямовані на вивчення нових, малопоширених й нетрадиційних видів рослин, які відзначаються високими показниками якості та продуктивності фітосировини.

У дослідженні використано надземну частину рослин (16 таксонів) з колекційного фонду ботанічного саду Поліського національного університету, які належать до родини Губоцвіті (Lamiaceae Martinov): *Dracocephalum moldavica*, *D. moldavica* 'Perlynka', *Satureja hortensis*, *Elsholtzia ciliate*, *Hyssopus officinalis* 'Markiz', *H. officinalis* 'Atlant', *H. officinalis* 'Vodograj', *H. angustifolius*, *Lavandula angustifolia*, *Agastache foeniculum* 'Siniy veleten', *A. foeniculum* 'Leleka', *Monarda didyma*, *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*, *Salvia sclarea* L., *Nepeta transcaucasica*.

Установлено, що вміст вторинних метаболітів у рослинній сировині малопоширених лікарсько-ароматичних рослин залежить від видових (сортових) особливостей. Найбільший вміст дубильних речовин, які забезпечують бактерицидні та протизапальні властивості лікувальних засобів, виявлено у сировині *D. moldavica* (10,3±1,3 %), *N. transcaucasica* (10,3±0,8 %), *H. officinalis* 'Atlant' (9,86±0,5 %) і *H. officinalis* 'Vodograj' (9,7±0,5 %). Найвищий вміст золи встановлено у *H. angustifolius* (9,1±0,4 %), *M. didyma* (9,0±0,8 %) і *D. moldavica* (8,2±0,6 %). Найвищий вміст кальцію виявлено у фітосировині *A. foeniculum* 'Leleka' (3,62±0,59 %), *S. officinalis* (3,33±0,39 %) і *D. moldavica* (3,33±0,39 %); фосфору – у *L. angustifolia* (0,39±0,05 %), *S. hortensis* (0,34±0,01 %) і *A. foeniculum* 'Leleka' (0,33±0,02 %); калію – у *H. officinalis* 'Markiz' (2607,44±94,64 мг%), *H. officinalis* 'Atlant' (1720,84±93,69 мг%), *H. officinalis* 'Vodograj' (1607,41±95,46 мг%) та *D. moldavica* 'Perlynka' (1507,86±77,68 мг%).

Отримані результати свідчать про важливість введення в культуру в Україні малопоширених лікарсько-ароматичних рослин родини Lamiaceae для їхнього подальшого використання у галузях народного господарства. **Ключові слова:** Lamiaceae, лікарські рослини, дубильні речовини, зола, макроелементи.

Secondary metabolites of medicinal-aromatic plants of the lamiaceae martinov family. Kotyuk L., Rakhmetov D., Ivashchenko I., Kotyuk V.

In recent times, the demand for natural medicinal remedies has increased, leading to the excessive harvesting of wild plants and a consequent decline in their populations. Since the plant world plays a key role in human life, its resources are considered a national treasure that requires thorough research. This is necessary not only for the use of plants in medical applications but also for improving nutrition and the overall health of the population.

Particularly important are studies aimed at exploring new, less common, and unconventional plant species that exhibit high quality and productivity of phytomaterials. This study utilized the aboveground parts of plants (16 taxa) from the collection fund of the Botanical Garden of Polissia National University, which belong to the Lamiaceae Martinov family: *Dracocephalum moldavica*, *D. moldavica* 'Perlynka', *Satureja hortensis*, *Elsholtzia ciliate*, *Hyssopus officinalis* 'Markiz', *H. officinalis* 'Atlant', *H. officinalis* 'Vodograj', *H. angustifolius*, *Lavandula angustifolia*, *Agastache foeniculum* 'Siniy veleten', *A. foeniculum* 'Leleka', *Monarda didyma*, *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*, *Salvia sclarea* L., *Nepeta transcaucasica*.

It has been established that the content of secondary metabolites in the plant raw materials of less common medicinal and aromatic plants depends on species (varietal) characteristics. The highest content of tannins, which provide bactericidal and anti-inflammatory properties to medicinal products, was found in the raw materials of *Dracocephalum moldavica* (10.3±1.3%), *Nepeta transcaucasica* (10.3±0.8%), *Hyssopus officinalis* 'Atlant' (9.86±0.5%) and *H. officinalis* 'Vodograj' (9.7±0.5%).

The highest ash content was recorded in *H. angustifolius* (9.1±0.4%), *Monarda didyma* (9.0±0.8%) and *D. moldavica* (8.2±0.6%). The highest calcium content was found in the phytomaterials of *Agastache foeniculum* 'Leleka' (3.62±0.59%), *Salvia officinalis* (3.33±0.39%) and *D. moldavica* (3.33±0.39%); phosphorus – in *Lavandula angustifolia* (0.39±0.05%), *Satureja hortensis* (0.34±0.01%) and *A. foeniculum* 'Leleka' (0.33±0.02%); potassium – in *H. officinalis* 'Markiz' (2607.44±94.64 mg%), *H. officinalis* 'Atlant' (1720.84±93.69 mg%), *H. officinalis* 'Vodograj' (1607.41±95.46 mg%) and *D. moldavica* 'Perlynka' (1507.86±77.68 mg%).

The obtained results indicate the importance of introducing less common medicinal and aromatic plants of the Lamiaceae family into cultivation in Ukraine for their further use in various sectors of the national economy. **Key words:** Lamiaceae, medicinal plants, tannins, ash, macroelements.

Останнім часом у світі зростає зацікавленість лікарськими засобами природного походження. Відповідно до різних оцінок, частка фітопрепаратів у європейському та глобальному фармацевтичному секторі становить від 30 до 50%. В Україні також спостерігається стабільне зростання попиту на такі засоби: щорічно обсяги їх реалізації збільшуються на 15–20%. За прогнозами міжнародних експертів, потенціал вітчизняного фармацевтичного ринку оцінюється в межах двох мільярдів доларів США на рік. При цьому лівову частку продажів (65–70%) займають препарати українського виробництва, що пояснюється їх доступністю та ефективністю [1,2].

Розвиток лікарського рослинництва в Україні може стати важливим кроком для збереження та відновлення біорізноманіття. Однак ця галузь тривалий час залишається поза належною увагою суспільства та держави, особливо з моменту здобуття незалежності. Вирощування лікарських рослин не лише сприяє екологічному балансу, але й відповідає принципам сталого розвитку. Водночас зростаючий попит на природні лікарські засоби призвів до надмірного збору дикорослих рослин, що негативно позначилося на чисельності їх популяцій [3]. Оскільки рослинний світ відіграє ключову роль у житті людини, його ресурси розглядають як національне надбання, що потребує ретельного дослідження. Це необхідно не лише для використання рослин у медичних цілях, а й для покращення раціону харчування та загального рівня здоров'я населення [1,4].

Актуальність дослідження. В Україні діє загальнодержавна програма збереження біорізноманіття на 2007–2025 роки, основною метою якої є реалізація державної політики щодо охорони та раціонального використання природних ресурсів. Програма спрямована на суттєве зниження негативного впливу людської діяльності, створення сприятливих умов для збереження та відновлення екосистем, а також підтримку природного балансу біорізноманіття [5].

Сучасні глобальні виклики ставлять перед людством нові завдання, пов'язані з подоланням екологічних та продовольчих проблем. Особливого значення набувають дослідження, спрямовані на інтродукцію нових, малопоширених та нетрадиційних видів рослин, які здатні адаптуватися до несприятливих кліматичних умов, забезпечуючи при цьому високу врожайність, якість і продуктивність фітосировини. Досить важливим є дослідження біохімічних особливостей лікарської рослинної сировини малопоширених видів в умовах культури [6].

Рослини родини Губоцвіті (*Lamiaceae* Martinov, 1820) відзначаються високим вмістом біологічно активних сполук, широким спектром фармакологічних властивостей і низькою токсичністю, що робить їх перспективними для наукових досліджень. Надземні частини цих рослин, зокрема листки, квітки та насіння, містять цінні поживні речовини та біологічно активні компоненти, які мають лікуваль-

ний ефект і сприяють зміцненню імунної системи людини [7,8].

Зв'язок авторського доробку із важливими та практичними завданнями. Враховуючи те, що рослини родини *Lamiaceae* мають значну біологічну цінність, вивчення їх біохімічних особливостей має важливе практичне значення для підвищення резистентних властивостей організму людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лікарська рослинна сировина, фітопрепарати, а також мінерально-вітамінні комплекси природного походження містять різноманітні неорганічні елементи, які мають значний вплив на фізіологічні та біологічні процеси в організмі людини. Ці елементи активно беруть участь у окислювально-відновних реакціях. Для нормального функціонування організму необхідно, щоб через їжу та воду постійно надходило до 70 макро- та мікроелементів, з яких 43 є есенціальними (життєво важливими). Ці елементи критично важливі для профілактики та лікування багатьох захворювань, спричинених порушенням мінерального балансу в організмі людини, а також для підтримки її імунної системи. Зокрема, макроелементи, такі як калій, кальцій та фосфор, мають важливе значення для метаболічних процесів в організмі. Калій регулює внутрішньоклітинний обмін, водно-електролітний баланс і осмотичний тиск. Кальцій є основою кісткової тканини і бере участь у процесах нервово-м'язового збудження. Фосфор є складовою частиною білків, жирів і нуклеїнових кислот, а також активує розумову та фізичну діяльність [12].

Дубильні речовини, або таніни, є полімеризованими фенольними сполуками, які здатні ущільнювати та закріплювати білкові молекули в поверхневих шарах шкіри або слизових оболонках. Це робить їх стійкішими до зовнішніх впливів і знижує їх проникність [13]. Поліфеноли, що постійно надходять до організму людини з рослинною їжею, впливають на всі відділи травного тракту, а після всмоктування – на серцево-судинну систему, нирки та інші органи. Вони в великій кількості містяться в таких продуктах, як чай, кава, какао, а також у настоях і відварах з лікарських рослин. Таніни мають широкий спектр медичних застосувань завдяки своїм протизапальним, в'язучим та антимікробним властивостям. Їх використовують для лікування таких захворювань, як гострі та хронічні коліти, ентерити, гастрити, а також як кровоспинний засіб. Крім того, таніни ефективні при запальних процесах ротової порожнини, гортані та носа. Їх також застосовують як антидоти при отруєннях ртуттю, свинцем або іншими токсичними речовинами. Зокрема, препарати, що містять таніни, такі як **Деласкін** (антидот), **Танальбін** (для лікування запальних захворювань шлунку) та **Альтан** (кровоспинний засіб), широко застосовують у медичній практиці [14]. Окрім медичних застосувань, дубильні речовини знахо-

дять використання в текстильній промисловості для дублення шкіри, хутра, обробки текстильних волокон і виготовлення чорнила [15].

У харчовій промисловості таніни відомі як добавка E181, яка виконує функції стабілізатора, емульгатора та барвника. Барвник E181 дозволений для використання в харчових продуктах в Україні. Таніни E181 застосовують як освітлювачі, сорбенти, згущувачі, барвники та сполучні агенти. Як барвники, таніни реагують із солями важких металів, що дозволяє створювати специфічні кольорові ефекти. Харчова добавка E181 знаходить своє застосування у виробництві пива, вина, рибних закусок, кондитерських виробів та інших харчових продуктів [16].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується зазначена стаття. Зважаючи на обмежені відомості щодо цінних малопоширених ароматично-лікарських рослин родини Lamiaceae, виникла необхідність вивчення якісного складу та кількісного вмісту неорганічних елементів та дубильних речовин у надземній частині лікарсько-ароматичних рослин родини Lamiaceae під час квітання в умовах культури у зоні Поліссі України.

Мета дослідження – встановлення вмісту вторинних метаболітів (дубильних речовин, золи, кальцію, калію, фосфору) у надземній частині малопоширених рослин родини Lamiaceae для подальшого використання у якості лікарської та харчової сировини.

Методологічне або загальнонаукове значення. Інтродукційні дослідження малопоширених лікарсько-ароматичних рослин тривають з 2008 року по даний час на колекційних ділянках ботанічного саду Поліського національного університету (м. Житомир). Використано насінний матеріал із колекційного фонду Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка наступних видів рослин: змієголовник молдавський (*Dracosephalum moldavica* L., 1753), форма синьоквіткова й білооквіткова – сорт 'Perlynka'), чабер садовий (*Satureja hortensis* L., 1753), ельшольція гребінчаста (*Elsholtzia ciliata* (Thunb) Nylander, 1941) – однорічні види; гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L., 1753, сорти: 'Markiz', 'Atlant', 'Vodograj'), гісоп вузьколистий (*Hyssopus angustifolius* M. Bieb., 1753), лаванда справжня (*Lavandula angustifolia* Mill., 1768), лофант ганусовий (*Agastache foeniculum*, сорти 'Siniy veleten' і 'Leleka'), монарда двійчаста (*Monarda didyma* L., 1753), материнка звичайна (*Origanum vulgare* L., 1753), шавлія лікарська (*Salvia officinalis* L., 1753), шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L., 1753), непета закавказька (*Nepeta transcaucasica* Grossh., 1944) – багаторічні види.

Надземну масу рослин заготовляли у фазу повного квітання рослин (липень–серпень). Біохімічні дослідження здійснювали за З. М. Грицаєнко та ін. (2003) та ДФУ (2014, 2015) [18,19].

Виклад основного матеріалу. Цінність і продуктивність рослини значною мірою визначаються її хімічним складом. Рослини містять різноманітні речовини, від мінералів до високомолекулярних органічних сполук. Під час росту рослини синтезують різні речовини, які не беруть участі в основних обмінних процесах клітини, відомі як «вторинні метаболіти». До таких сполук відносяться дубильні речовини, макроелементи та інші органічні компоненти, які можуть виконувати захисну, регуляторну чи інші функції в організмі рослини [20].

Дубильні речовини – це високомолекулярні природні фенольні сполуки, які накопичуються у коренях, стеблах, листках і плодах рослин, де їх вміст може сягати до 20–45% [15].

Результати біохімічних досліджень надземної частини рослин родини Губоцвіті свідчать про накопичення у органах рослин (пагонах, листках, квітках) дубильних речовин. Серед однорічних інтродуктивів максимальна кількість дубильних речовин виявлена у сировині *D. moldavica* ($10,3 \pm 1,3\%$), дещо менша – у *S. hortensis* ($7,2 \pm 0,6\%$), найменша – у *E. ciliata* ($4,1 \pm 0,5\%$). У сировині багаторічних інтродуктивів вміст дубильних речовин складав від $4,1 \pm 0,7\%$ (*H. Angustifolius*) і $4,1 \pm 0,8\%$ (*S. sclarea*) до $10,3 \pm 0,8\%$ (*N. transcaucasica*) і $9,86 \pm 0,5\%$ (*H. officinalis* 'Atlant') (рис. 1).

Вміст золи в рослинній сировині є важливим показником її якості, оскільки зола – це неспалений залишок неорганічних сполук. Основними компонентами золи є зольні елементи, такі як калій (K), кальцій (Ca), фосфор (P), кремній (Si), мідь (Cu), марганець (Mn) та інші. Ці елементи беруть участь у процесах побудови тканин рослин, підтримці кислотно-лужної рівноваги та нормалізації водно-солевого обміну організму.

Дослідженням виявлено, що кількісний вміст золи у надземній сировині досліджуваних видів не перевищував «Стандарти допустимої зольності», встановлений для лікарських рослин, у межах від 4 до 12% [20,19]. Серед однорічних рослин найвищий вміст золи встановлено у синьоквіткової форми *D. moldavica* ($8,2 \pm 0,6$), найнижчий – у *S. hortensis* ($4,3 \pm 0,6\%$). Найвищий вміст золи поміж багаторічних ароматичних рослин виявлено у *H. angustifolius* ($9,1 \pm 0,4$) і *M. didyma* ($9,0 \pm 0,8\%$), найнижчий – у *L. anisatus* 'Leleka' ($5,4 \pm 0,6$) і *L. angustifolia* ($5,9 \pm 0,6\%$) (рис. 2).

Макроелементи входять до складу основної маси золи та сухої речовини, а також органічних і неорганічних речовин клітин організмів. Такі макроелементи як фосфор, калій, кальцій та ін., містяться у рослинах у відносно значних кількостях – від декількох відсотків до сотих відсотка сухої речовини [21].

Виявлено, що у надземній сировині однорічних рослин вміст кальцію становив від $2,48 \pm 0,04\%$ у фітосировині *S. hortensis* до $3,31 \pm 0,12\%$ – у *D. moldavica*; у надземних органах багаторічних

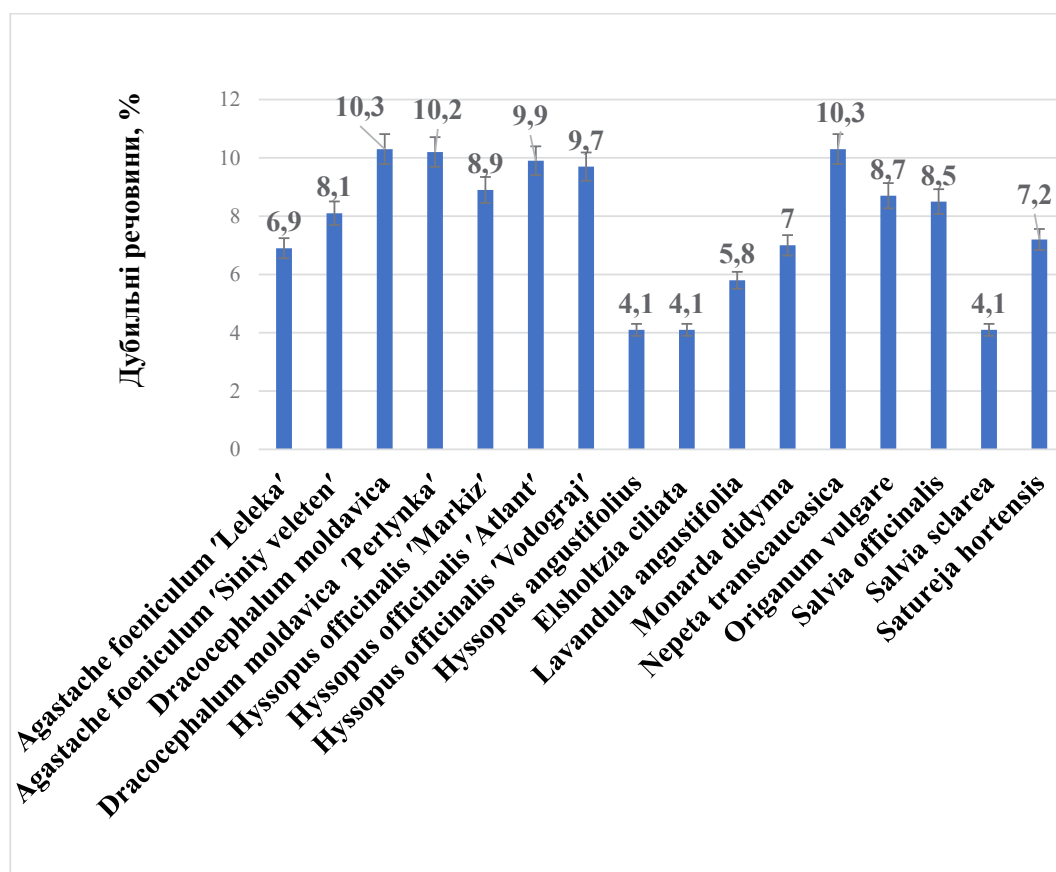


Рис. 1. Вміст дубильних речовин у надземній частині рослин родини Lamiaceae, % на абсолютно суху речовину

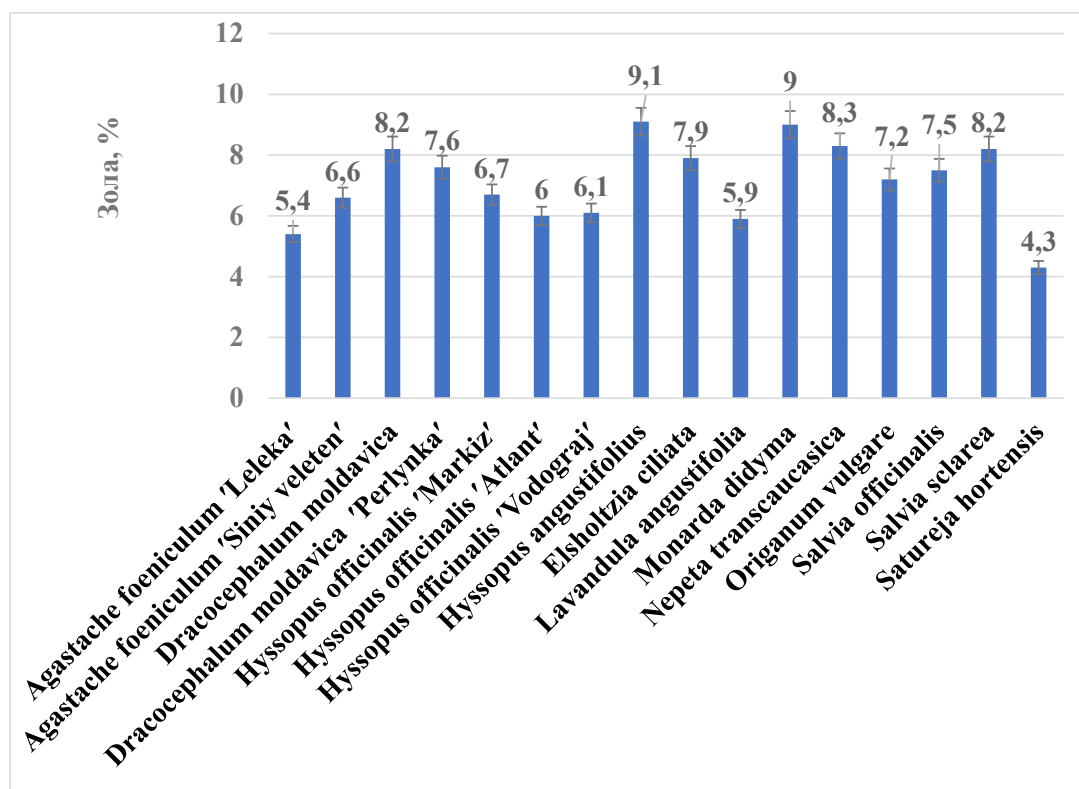


Рис. 2. Вміст золи у надземній частині рослин родини Lamiaceae, % на абсолютно суху речовину

Таблиця 1

Кількісний вміст макроелементів у надземній частині малопоширених рослин родини *Lamiaceae* за умов інтродукції у зоні Полісся України

№ з/п	Вид (форма,) рослини	Кальцій, %	Фосфор, %	Калій, мг % на абс. суху масу
1.	<i>Agastache foeniculum</i> 'Leleka'	3,62±0,59	0,33±0,02	866,69±78,86
2.	<i>Agastache foeniculum</i> 'Siniy veleten'	0,88±0,02	0,09±0,002	426,67±17,29
3.	<i>Dracocephalum moldavica</i>	3,31±0,12	0,15±0,01	1426,82±56,95
4.	<i>Dracocephalum moldavica</i> 'Perlynka'	2,96±0,33	0,14±0,004	1507,86±77,68
5.	<i>Hyssopus officinalis</i> 'Markiz'	1,99±0,14	0,12±0,004	2607,44±94,64
6.	<i>Hyssopus officinalis</i> 'Atlant'	1,61±0,08	0,12±0,002	1720,84±93,69
7.	<i>Hyssopus officinalis</i> 'Vodograj'	1,21±0,11	0,11±0,007	1607,41±95,46
8.	<i>Hyssopus angustifolius</i>	1,23±0,06	0,07±0,005	646,67±47,11
9.	<i>Elsholtzia ciliata</i>	3,03±0,09	0,28±0,01	718,28±40,58
10.	<i>Lavandula angustifolia</i>	2,65±0,22	0,39±0,05	1176,87±61,63
11.	<i>Monarda didyma</i>	1,36±0,06	0,08±0,003	670,00±22,63
12.	<i>Nepeta transcaucasica</i>	1,76±0,09	0,06±0,001	713,33±17,29
13.	<i>Origanum vulgare</i>	2,52±0,19	0,23±0,005	1125,89±86,78
14.	<i>Salvia officinalis</i>	3,33±0,39	0,12±0,02	1137,37±73,24
15.	<i>Salvia sclarea</i>	1,85±0,042	0,11±0,003	836,67±6,53
16.	<i>Satureja hortensis</i>	2,48±0,04	0,34±0,01	0,00

рослин – від 0,88±0,02% (*A. foeniculum* 'Siniy veleten') до 3,62±0,59% (*A. foeniculum* 'Leleka') (табл. 1).

Кількісний вміст фосфору у сировині рослин-інтродуцентів змінювався залежно від видових і сортових особливостей. Найвищий вміст фосфору серед однорічних ароматичних рослин виявлено у фітосировині у *S. hortensis* (0,34±0,01%), серед багаторічних – у *L. angustifolia* (0,39±0,05%), і *A. foeniculum* 'Leleka' (0,33±0,02%). Мінімальний вміст хімічного елемента зафіксовано у надземній частині *D. moldavica* 'Perlynka' (0,14±0,004) (одно-річник) і у *N. transcaucasica* (0,06±0,001%) (багаторічник) (див. табл. 1).

У надземній сировині досліджуваних ароматичних рослин кількісний вміст калію відзначився дуже широким діапазоном показників. Не виявлено калій у надземній масі однорічного виду *S. hortensis*, тоді як у *D. moldavica* 'Perlynka' його вміст становив 1507,86±77,68 мг%. Найнижчий вміст калію у фітосировині багаторічних рослин відмічено у рослин *A. foeniculum* 'Siniy veleten' (426,67±17,29), найвищий – у *H. officinalis* 'Markiz' (2607,44±94,64 мг%) (див. табл. 1).

Головні висновки. Дослідженнями встановлено, що вміст вторинних метаболітів у рослинній сировині малопоширених лікарсько-ароматичних рослин залежить від видових (сортних) особливостей.

Найбільша кількість дубильних речовин, які забезпечують бактерицидні та протизапальні властивості лікувальних засобів, виявлена у сировині *D. moldavica* (10,3±1,3%), *N. transcaucasica* (10,3±0,8%), *H. officinalis* 'Atlant' (9,86±0,5%) і *H. officinalis* 'Vodograj' (9,7±0,5%). Найвищий вміст кальцію виявлено у фітосировині *A. foeniculum* 'Leleka' (3,62±0,59%), *S. officinalis* (3,33±0,39%) і *D. moldavica* (3,33±0,39%); фосфору – у *L. angustifolia* (0,39±0,05%), *S. hortensis* (0,34±0,01%) і *A. foeniculum* 'Leleka' (0,33±0,02%); калію – у *H. officinalis* 'Markiz' (2607,44±94,64 мг%) *H. officinalis* 'Atlant' (1720,84±93,69%), *H. officinalis* 'Vodograj' (1607,41±95,46%) та *D. moldavica* 'Perlynka' (1507,86±77,68 мг%).

Отримані результати свідчать про важливість уведення в культуру в Україні малопоширених лікарсько-ароматичних рослин родини *Lamiaceae* для їхнього подальшого використання у галузях народного господарства.

Перспективи використання результатів дослідження. Дубильні речовини забезпечують бактерицидні та протизапальні властивості лікувальних засобів, а макроелементи – процеси обміну в організмі людини, тому малопоширені рослини родини *Lamiaceae* перспективні для використання у лікарській та харчовій галузі.

Література

1. Рахметов Д. Б., Рахметова С. О. Роль інтродукції та селекції у збереженні і збагаченні різноманіття господарсько-цінних рослин в Україні. *Сучасні аспекти збереження здоров'я людини: збірник праць X міжнародної міждисциплінарної наук.-практ. конф. Ужгород* : 2017. С. 259–262.

2. Дем'янюк О. С., Кічігіна О. О., Цибро Ю. А. Актуальні питання вирощування *Hypericum perforatum* L. в культурі. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матеріали V Міжнар. наук. конф. (Березоточа, 2 квітня 2021 року). Лубни: ВКФ «Інтер Парк», 2021. С. 104–108.
3. Мірзоева Т. Щодо доцільності розвитку лікарського рослинництва у взаємозв'язку зі збереженням біорізноманіття. *Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану*: Матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 31 серпня 2023 року). Київ, 2023. С. 119–122.
4. Глущенко Л. А., Приведенюк Н. В. Перспективи вирощування лікарських, ефіроолійних і пряноароматичних культур в умовах України. *Збалансоване природокористування*. 2023. Вип. 4. С. 41–49.
5. Загальнодержавна програма збереження біорізноманіття України на 2007–2025 роки. URL: http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm.
6. Мірзоева Т. В. Перспективи розвитку лікарського рослинництва. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(6). С. 176–181.
7. Котюк Л. А., Рахметов Д. Б., Іващенко І. В. Перспективи використання ароматичних рослин родини Lamiaceae Martinov. *Екологічні науки*. 2022. № 6(45). С. 119–125. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.19>.
8. Котюк Л. А., Іващенко І. В., Житова О. П., Котюк В. С. Фітохімічні особливості малопоширених лікарських рослин: чаберу садового (*Satureja hortensis*) та ельшольції війчастої (*Elsholtzia ciliata*). *Екологічні науки*. 2024. № 3 (54). С. 228–234. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.31>
9. Дереча Л. М., М'ясоєдов В. В. Макро- та мікроелементи: сучасні уявлення про їх функціональне значення в теплокровному організмі. *Експериментальна та клінічна медицина*. 2007. № 4. С. 21–25.
10. Качур І. І., Крч Х. Л. Визначення вмісту макро-та мікроелементів рослинної сировини *Asplenium scolopendrium* (Aspleniaceae) флори Українських Карпат. *Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медицина»*, 2015. Вип. 2 (52). С. 17–19.
11. Балачук Т. І., Мазулін О. В., Опрошанська Т. В., Мазулін Г. В. Дослідження накопичення неорганічних елементів у рослинній сировині *Carduus nutans* L., *Carduus acanthoides* L. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2017. Вип. 10, № 1. С. 42–48. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apfimtnt_2017_10_1_10
12. Фармакогнозія з основами біохімії рослин: / За ред. В. М. Ковальова. Харків: Прапор, 2000. 704 с.
13. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / За ред. А. М. Гродзінського. К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп». 1992. 544 с.
14. Дабіжук Т. М., Мельник О. В. Хімічна будова танінів та їх практичне використання. *Розділ I. Навчання хімії у загальноосвітніх, професійно-технічних та вищих навчальних закладах*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Київ, 20-21 квітня 2017 р.). Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. С. 144–148.
15. Дубильні речовини. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2595/dubilni-rechovini>
16. Е-181. Таніни харчові. URL: <https://uk.dobavkam.net/additives/e-181>
17. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
18. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2е вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 3. 732 с.
19. Державна Фармакопея України: в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
20. Дереча Л. М., М'ясоєдов В. В. *Макро- та мікроелементи: сучасні уявлення про їх функціональне значення в теплокровному організмі*. Експериментальна та клінічна медицина. 2007. № 4. С. 21–25.
21. Хортецька Т. В., Смойловська Г. П., Мазулін О. В. Дослідження складу макро- та мікроелементів рослинної сировини *Plantago media* L. флори України. *Актуал. питання фармац. та мед. науки та практики*. 2013. № 1. С. 12–14. DOI: <http://dspace.zsmu.edu.ua/handle/123456789/3404>