

УДК 582. 998.1 (477.42)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.20>

ФІТОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *HELENIUM AROMATICUM* (HOOK.) L. H. BAILEY ЗА УМОВ ІНТРОДУКЦІЇ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ПОЛІССІ УКРАЇНИ

Іващенко І.В.¹, Рахметов Д.Б.², Котюк Л.А.¹, Грицюк Н.В.¹, Бакалова А.В.¹¹Поліський національний університет
бульв. Старий, 7, 10008, м. Житомир²Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка Національної академії наук України
вул. Тімірязєвська, 1, 01014, м. Київ

kalateja@ukr.net, rjb2000.16@gmail.com, kotyukla@ukr.net, ngritsyuk@ukr.net, bakalova1970@ukr.net

Існує гостра необхідність розширення асортименту ароматичних рослин для потреб харчової, парфумерно-косметичної, виноробної промисловостей, оскільки ефірні олії та прянощі тропічного і субтропічного походження щорічно імпортуються в Україну у великих кількостях. З цієї точки зору певний інтерес являє *Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey (геленіум ароматний) – цінна пряно-ароматична та декоративна рослина, яка накопичує у сировині вітаміни, макроелементи, ефірні олії, фенольні сполуки, що визначають також її лікувальні властивості.

Предметом досліджень слугували рослини *H. aromaticum*. Насінний матеріал отримано із Національного ботанічного саду (НБС) імені М. М. Гришка НАН України. Інтродукційні дослідження проводили на експериментальних ділянках ботанічного саду Поліського національного університету, біохімічні дослідження здійснювали в лабораторії відділу культурної флори НБС імені М. М. Гришка НАН України. Сировину збирали у фазі масового цвітіння. Для біохімічного аналізу використовували надземну частину рослин.

Вивчено кількісний і якісний склад основних компонентів рослинної сировини і ефірної олії *H. aromaticum*, вирощених на території Полісся України.

Дослідженнями встановлено, що вміст сухої речовини становив 22,25%, золи – 5,95%, загальних цукрів – 6,46%, жирів – 3,11%, фосфору – 0,15%, кальцію – 1,09%, органічних кислот – 3,78%, дубильних речовин – 3,13%, аскорбінової кислоти – 267,22 мг% (у перерахунку на абсолютно суху речовину), каротину – 1,76 мг% на суху речовину.

В результаті хроматографічного аналізу ефірної олії геленіуму ароматного виявлено 31 сполуку, з яких ідентифіковано 20 хімічних речовин. Основні компоненти ефірної олії геленіуму ароматного – геранілбутират – 22,76%, фрагранілізокапронат – 33,18%, фрагранілкапронат – 11,74%, фрагранілвалерат – 5,33%, фарнезол – 1,07%, фраграніл 2-метилбутират – 1,25%. Відомо, що сполуки геранілбутират, метилбутират, фарнезол використовуються для збору ароматичних композицій у виробничих цілях, таких як парфуми, косметика, ароматизатори, шампуні та засоби гігієни. Фарнезол також має антимікробні, протизапальні, протиалергенні властивості.

Отримані результати свідчать, що геленіум ароматний – цінний інтродуцент, сировина якого вирізняється широким спектром біологічно активних речовин. *H. aromaticum* – перспективна рослина для культивування в зоні Центрального Полісся з метою використання у харчовій промисловості, фармації, косметології. **Ключові слова:** *Helenium aromaticum*, хроматографічний аналіз, ефірна олія, сполуки.

Phytochemical features of *Helenium aromaticum* (Hook.) L.H. Bailey under the conditions of introduction in the Central Polissya of Ukraine. Ivashchenko I., Rakhmetov D., Kotiuk L., Hrytsiuk N., Bakalova A.

There is an urgent need to expand the assortment of aromatic plants for the needs of the food, perfumery and cosmetic, winemaking industries, since essential oils and spices of tropical and subtropical origin are imported to Ukraine in large quantities every year. From this point of view, *Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey is of some interest – a valuable spicy-aromatic and decorative plant that accumulates vitamins, macroelements, essential oils, phenolic compounds in raw materials, which also determine its medicinal properties.

The subjects of research were *H. aromaticum* plants. The seed material was obtained from the National Botanical Garden (NBS) named after M. M. Hryshko of the National Academy of Sciences of Ukraine. Introductory studies were carried out in the experimental plots of the botanical garden of the Polis National University, biochemical studies were carried out in the laboratory of the department of cultural flora of the National Academy of Sciences named after M. M. Hryshka of the National Academy of Sciences of Ukraine. The raw material was collected in the phase of mass flowering. The aerial part of the plants was used for biochemical analysis.

The quantitative and qualitative composition of the main components of plant raw materials and essential oil of *H. aromaticum*, grown in the territory of Polissya of Ukraine, was studied. Research has established that the content of dry matter was 22.25%, ash – 5.95%, total sugars – 6.46%, fats – 3.11%, phosphorus – 0.15%, calcium – 1.09%, organic acids – 3.78%, tannins – 3.13%, ascorbic acid – 267.22 mg% (calculated on absolutely dry matter), carotene – 1.76 mg% on dry matter.

The quantitative and qualitative composition of the essential oil of *Helenium aromaticum* (Hook.) L.H. Bailey under the conditions of introduction in the Central Polissya of Ukraine was studied. According to the results of chromatographic analysis, 31 compounds were found in the essential oil obtained from the flowers of *H. aromaticum*, of which 20 substances were identified. The quantitative content in the essential oil was dominated by: fragranyl isocaproate – 33.18%, geranyl butyrate – 22.76%, fragranyl caproate – 11.74%, fragranyl valerate – 5.33%, farnesol – 1.07%, fragranyl 2-methylbutyrate – 1.25%. **Key words:** compounds, *Helenium aromaticum*, chromatographic analysis, essential oil, substances.

Постановка проблеми. Інтродукція рослин є важливим фактором збагачення генофонду господарсько-цінних, лікарських та рідкісних і зникаючих видів рослин. В Ботанічному саду Поліського національного університету створена інтродукційна популяція геленіуму ароматного (*Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey) – малопоширеної пряно-ароматичної та декоративної рослини, яка заслуговує на всебічне вивчення її біохімічного складу в умовах Полісся України з метою подальшого застосування у фармації, косметології, парфумерії, харчовій промисловості.

Актуальність дослідження. Застосування геленіуму ароматного у харчовій, парфумерно-косметичній, фармацевтичній промисловостях є перспективним і потребує глибокого вивчення його біохімічного складу в умовах культури. У доступних нам наукових джерелах відсутні відомості щодо фітохімічних особливостей *H. aromaticum* за умов зростання в Поліссі України, тому метою роботи було вивчення біохімічного складу сировини *H. aromaticum* за інтродукції в Центральному Поліссі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. *Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey (геленіум ароматний) – однорічна трав'яна рослина родини *Asteraceae* Bercht. & J. Presl. [1, 2, 3, 4]. Ботанічна синонімічна назва – *Cephalophora aromatica* (Hook.) Schrad. (цефалофора ароматна). В умовах Центрального Полісся рослина формує вегетативні та генеративні органи, якісний насінний матеріал. Геленіум ароматний не належить до категорії офіційних лікарських рослин, не входить до вітчизняної фармакопеї [5, 6]. Батьківщина геленіуму ароматного – Чилі [2]. Рослину широко культивують в Америці, Східній Європі, Центральній Азії [7]. Геленіум ароматний – цінна пряно-ароматична та декоративна рослина, яку використовують в парфумерії, харчовій промисловості. Має сильний аромат свіжої суниці і використовується при приготуванні вермуту та в кулінарії. Надземна частина рослини містить широкий спектр біологічно активних речовин: вітаміни, ефірну олію, макро- і мікроелементи, каротин, фенольні сполуки, флавоноїди [8, 9]. Ефірна олія має стійкий приємний суничний аромат і використовується в парфумерії, кондитерському виробництві. *H. aromaticum* вирізняється антимікробною дією, нормалізує обмін речовин, відіграє важливу роль у лікуванні шлунково-кишкових, серцево-судинних та інших хвороб [10, 11, 12].

Наукова новизна. Вперше в умовах Центрального Полісся України вивчено біохімічний склад фітосировини та ефірної олії *H. aromaticum*.

Методологія дослідження. Предметом досліджень слугували рослини *H. aromaticum*. Насінний матеріал отримано із Національного ботанічного саду (НБС) імені М. М. Гришка НАН України. Інтродукційні дослідження проводили на експериментальних ділянках ботанічного саду Поліського

національного університету впродовж 2013–2024 рр. [13]. Біохімічні дослідження здійснювали в лабораторії відділу культурної флори НБС імені М. М. Гришка НАН України. Сировину збирали у фазі масового цвітіння. Для біохімічного аналізу використовували надземну частину рослин.

Абсолютно суху речовину визначали шляхом висушування зразків при температурі 105°C до постійної маси; кальцій – трилонометричним методом; вміст жирів – методом визначення знежиреного залишку; фосфор – об'ємним методом з молібденовою рідиною за Х. Н. Починком; каротин – спектрофотометрично із застосуванням розчинника бензина Калоша (спектрофотометр UNICO 2800); аскорбінову кислоту – за Муррі; загальний вміст цукрів, дубильні речовини, титровану кислотність – за Крищенко; сухе озолення рослинного матеріалу проводили за З. М. Грицаєнко [14].

Отримані дані обраховані статистично з використанням програми Microsoft Excel–10. Розраховували середні значення величин і стандартної похибки ($\bar{x} \pm SE$, $n=3$).

Для хроматографічних досліджень сировину збирали у фазі цвітіння. Використовували надземну частину рослин (свіжий матеріал). Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії виконували на газорідинному хроматографі Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів понад 470000 в комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST.

Викладення основного матеріалу. В результаті вивчення біохімічного складу надземної маси *H. aromaticum* за інтродукції в Центральному Поліссі України встановлено, що рослина містить ряд цінних сполук: аскорбінову кислоту, каротин, цукри, жири, окремі макроелементи, дубильні речовини (див. табл. 1).

Сировина *H. aromaticum* характеризується значним вмістом аскорбінової кислоти: від 222,5±17,84 до 349,93±24,83 мг% в середньому 267,22±81,14 мг% (табл. 1). Вміст аскорбінової кислоти в сировині значно різнився за роками досліджень і був найвищим у 2014 році. Умови вегетаційного періоду 2014 року, у порівнянні із 2015 і 2016 роками, були значно сприятливішими для росту і розвитку рослин, що, можливо, вплинуло на вміст аскорбінової кислоти у фітосировині. Аскорбінова кислота характеризується потужними антиоксидантними властивостями, стимулює синтез інтерферону, підвищує стійкість організму до інфекцій. Каротину в сировині значно менше – від 0,56±0,15 до 3,85±0,01 мг%, в середньому 1,76±2,06 мг% (табл. 1). Вміст каротину в сировині також в значній мірі різнився за роками досліджень і залежав, очевидно, від впливу абіотичних факторів середовища. Каротин є важли-

Таблиця 1

Біохімічна характеристика надземної маси *Helenium aromaticum* у фазу цвітіння залежно від року вегетації (2014–2016 рр.) ($\bar{x} \pm SE$, n=3)

Показник	Рік			середнє
	2014	2015	2016	
Суша речовина, %	14,36±0,65	27,48±0,18	24,92±0,16	22,25±7,87
Загальний вміст цукрів, %	12,84±2,34	3,46±0,13	3,09±0,17	6,46±6,25
Каротин, мг%	0,87±0,02	3,85±0,01	0,56±0,15	1,76±2,06
Аскорбінова кислота, мг%	349,93±24,83	229,23±8,24	222,50±17,84	267,22±81,14
Фосфор, %	0,148±0,002	0,128±0,003	0,173±0,006	0,15±0,03
Кальцій, %	0,58±0,06	0,63±0,08	2,07±0,07	1,09±0,96
Зола, %	7,43±1,00	4,79±0,25	5,64±0,37	5,95±1,52
Дубильні речовини, %	4,05±0,92	2,54±0,32	2,80±0,35	3,13±0,91
Титрована кислотність, %	6,54±1,07	2,11±0,25	2,69±0,41	3,78±4,28
Жири, %	1,47±0,25	2,73±0,05	5,12±0,73	3,11±3,51

вою поліфункціональною групою біологічно активних сполук. Виявлено, що ці сполуки виявляють антиоксидантну й фотопротекторну функції в рослинному організмі. Із декількох ізомерів каротину для людини має найбільше значення β -каротин, який являється попередником вітаміну А та має антиоксидантні властивості [15]. На рівні клітинних мембран він нейтралізує дію вільних радикалів, що утворюються в організмі, і можуть призвести до виникнення злоякісних пухлин. Вітамін А забезпечує нормальний фізіологічний стан шкіри, стимулює утворення слизу епітеліальними клітинами слизових оболонок, відіграє важливу роль у функціонуванні органів зору. Сировина *H. aromaticum* містить дубильні речовини: від 2,80±0,35 (2016 рік) до 4,05±0,92% (2014 рік), в середньому 3,13±0,91% (див. табл. 1). Дубильні речовини відносяться до складної групи

низько- та високомолекулярних природних поліфенолів. Загалом, рослини родини Asteraceae характеризуються високим вмістом дубильних речовин. Дубильні речовини широко використовуються в медичній практиці: виявляють в'язучу, протизапальну й антимікробну дію. Преперати, що містять дубильні речовини, застосовують внутрішньо при гострих і хронічних колітах, ентеритах, гастритах, іноді як кровоспинний засіб. Вони широко використовуються при запальних процесах ротової порожнини, гортані, носа, у вигляді полоскань, а також при опіках, пролежнях, виразках. Природні фенольні сполуки являються потужними антиоксидантами і відомі як фармакологічно активні сполуки, здатні до корекції різних патологічних станів, в тому числі викликаних інфекційними ураженнями організма.

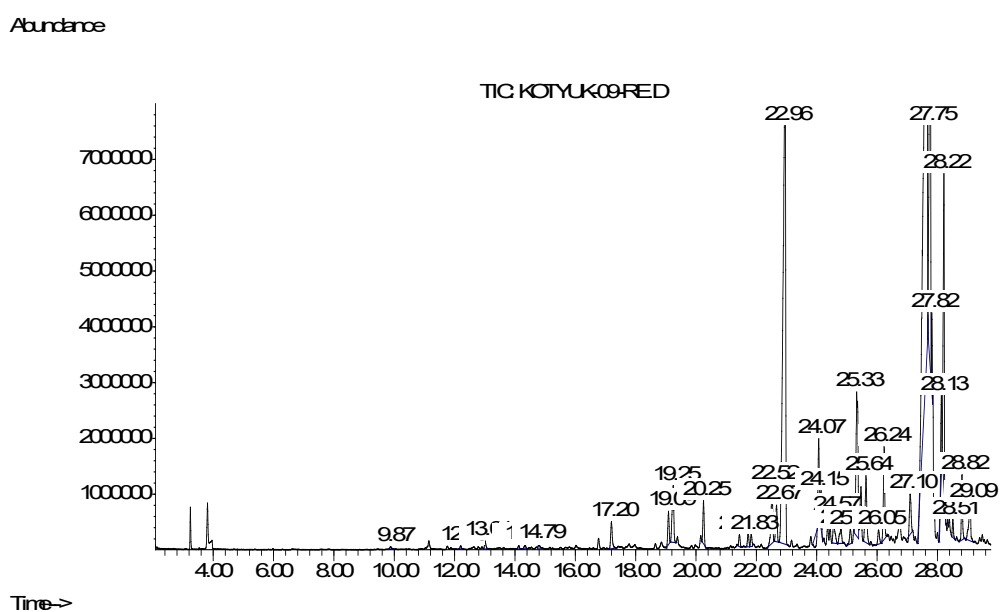


Рис. 1. Хроматограма ефірної олії *Helenium aromaticum* (фаза цвітіння)

Важливий показник – вміст органічних кислот (кількість вільних кислот, їх кислих солей, які містяться в сировині). Вміст органічних кислот варіював за роками досліджень від $2,11 \pm 0,25$ до $6,54 \pm 1,07\%$ і був найвищим у 2014 році (табл. 1).

Вміст фосфору у фітосировині становив від $0,128 \pm 0,003$ до $0,173 \pm 0,006\%$, кальцію – від $0,58 \pm 0,06$ до $2,07 \pm 0,07\%$. Біологічна роль фосфору пов'язана з участю у формуванні й регенерації клітин, засвоєнні вітамінів та розвитку зубів і кісток, в обміні енергії, регуляції кислотно-лужного балансу, функціонуванні нирок, нервів, м'язів серця. Кальцій приймає участь у формуванні

скелета, скороченні м'язів, розщепленні глікогену, сприяє згортанню крові, підтримує рівновагу між порушенням і гальмуванням кори головного мозку.

Один із важливих показників, що визначаються в ході фармацевтичного аналізу – зола, яка містить хімічні елементи: К, Na, Ca, Mg, Ti, Si, P, S, Fe, B, P, Cl, Ba, Ni, Co та ін. Зольність сировини *H. aromaticum* становила від $4,79 \pm 0,25$ до $7,43 \pm 1,0\%$. Вміст цукрів у фітосировині варіював від $3,09 \pm 0,17$ до $12,84 \pm 2,34\%$, жирів – від $1,47 \pm 0,25$ до $5,12 \pm 0,73\%$. Спостерігалась значна варіабельність цих показників за роками досліджень.

Таблиця 2

Компонентний склад ефірної олії, отриманої з надземної частини рослин
Helenium aromaticum (фаза цвітіння)

№ п/п	Час утримування, хв.	Компонент	Кількісний вміст в ефірній олії, %
1	9.87	β-фенилетиловий спирт	0,09
2	12.2	терпінен-4-ол	0,08
3	13.01	2-оксицинеол	0,20
4	14.12	цис-3-гексеніл 2-метилбутират	0,09
5	14.33	гексил 2-метилбутират	0,11
6	14.79	гераніол	0,11
7	17.19	2,2,3,4,5,5-гексаметилгексан	0,79
8	19.09	-	0,77
9	19.24	-	0,76
10	20.25	геранілпропіонат	0,95
11	21.43	фрагранілізобутират	0,28
12	21.73	β-феніл 2-метилбутират	0,35
13	21.83	-	0,30
14	22.52	-	1,80
15	22.67	-	1,00
16	22.95	геранілбутират	22,76
17	24.06	фраграніл 2-метилбутират	1,25
18	24.14	гераніл 2-метилбутират	0,77
19	24.56	фраграніл 3-метилбутират	0,88
20	24.8	-	0,58
21	25.11	2,2,3,3,5,6,6-гептаметилгептан	0,43
22	25.32	фрагранілвалерат	5,33
23	25.64	-	2,11
24	26.04	неролідол	0,41
25	26.24	-	2,28
26	27.09	-	1,12
27	27.66	фрагранілізокапронат	33,18
28	27.75	фрагранілкапронат	11,74
29	27.81	-	1,07
30	28.13	фарнезол	1,07
31	28.21	-	6,35

Примітка: « - » – неідентифіковані компоненти

За результатами хроматографічного аналізу в ефірній олії, отриманій із надземної частини рослин *H. aromaticum* виявлено 31 сполуку, з яких ідентифіковано 20 речовин (рис. 1, табл. 2).

За кількісним вмістом в ефірній олії домінували: геранілбутират – 22,76%, фрагранілізокапрокат – 33,18%, фрагранілкапрокат – 11,74%, фрагранілвалерат – 5,33%, фарнезол – 1,07%, фраграніл 2-метилбутират – 1,25% (табл. 2). Вміст ефірної олії в надземній частині *H. aromaticum* у фазі цвітіння становив 0,35–0,27% (у перерахунку на суху абс. масу). Відомо, що сполуки геранілбутират, метилбутират, фарнезол використовуються для збору ароматичних композицій у виробничих цілях, таких як парфуми, косметика, ароматизатори, шампуні та засоби гігієни. Фарнезол також має антимікробні, протизапальні, протиалергенні властивості.

Отримані нами результати відрізняються від даних іранських дослідників. Основні компоненти ефірної олії геленіуму ароматного за умов зростання в Ірані – етилгексанова кислота, н-ундекан, декан, геранілтиглат [8]. Такі розбіжності в результатах досліджень, можливо, пояснюються існуванням різних хемотипів геленіуму та впливом абіотичних факторів середовища.

Висновки. Вивчено кількісний і якісний склад основних компонентів рослинної сировини і ефірної

олії *H. aromaticum*, вирощених на території Полісся України. Встановлено, що вміст сухої речовини в середньому за роки досліджень становив 22,25%, золи – 5,95%, загальних цукрів – 6,46%, жирів – 3,11%, фосфору – 0,15%, кальцію – 1,09%, органічних кислот – 3,78%, дубильних речовин – 3,13%, аскорбінової кислоти – 267,22 мг% (у перерахунку на абсолютно суху речовину), каротину – 1,76 мг% на суху речовину.

В результаті хроматографічного аналізу ефірної олії геленіуму ароматного виявлено 31 сполуку, з яких ідентифіковано 20 хімічних речовин. Основні компоненти ефірної олії геленіуму ароматного – геранілбутират – 22,76%, фрагранілізокапрокат – 33,18%, фрагранілкапрокат – 11,74%, фрагранілвалерат – 5,33%, фарнезол – 1,07%, фраграніл 2-метилбутират – 1,25%.

Отримані результати свідчать, що геленіум ароматний – цінний інтродуцент, сировина якого вирізняється широким спектром біологічно активних речовин. *H. aromaticum* – перспективна рослина для культивування в зоні Центрального Полісся з метою використання у харчовій промисловості, фармації, косметології. Отримані результати створюють передумови для поглибленого дослідження БАР геленіума ароматного та вивчення елементів технології його культивування.

Література

1. WFO *Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey. URL: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000032804>.
2. POWO Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. URL: <https://powo.science.kew.org/>. Retrieved 28 October 2024.
3. APG An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 2016. Vol. 181. P. 1–20. URL: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
4. The International Plant Names Index and World Checklist of Vascular Plants 2024. URL: <http://www.ipni.org> and <https://powo.science.kew.org/>.
5. Державна фармакопея України. 1-е вид., Доповнення 4. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2011. 540 с.
6. Державний реєстр лікарських засобів України. URL: drlz.com.ua.
7. Coltun M. V., Bogdan A. A. Study on the developmental biomorphological features of the species *Helenium aromaticum*. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 2 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН: у 2 т. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В. М., 2023. Т. 1. С. 130–134.*
8. Sefidkon F., Omidbaigi R. Essential oil composition of *Cephalophora aromatica* cultivated in Iran. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004. V. 19, Issue 2. P. 261–312. <https://doi.org/10.1002/ffj.1286>
9. Іващенко І. В., Котюк Л. А., Рахметов Д. Б. Фенольні сполуки *Helenium aromaticum* (Hook) Schrad. (Asteraceae) за інтродукції в Централному Поліссі України. *Глобальні наслідки інтродукції рослин в умовах кліматичних змін: Матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 30-річчю Незалежності України*: Київ: Видавництво Ліра-К., 2021. 189–190.
10. Мінарченко В. М. Класифікація лікарських рослин. Посібник українського хлібороба 2015 «Генетичні ресурси рослин України» (зернові, круп'яні, зернобобові, технічні, олійні, лікарські, ефіроолійні, кормові, овочеві, плодові, горіхоплідні, енергетичні, лісо-ві культури, бульбоплоди, виноград та гриби). 2015. Т. 1. С. 239–250.
11. Мінливисть біологічних і морфологічних ознак однорічних малопоширених видів овочевих рослин родини Айстрові (Asteraceae Dumort.) / С. І. Корнієнко та ін. *Селекція і насінництво*. 2017. Випуск 112. С. 171–182.
12. *Dictyostelium discoideum*-assisted pharmacognosy of plant resources for discovering antivirulence molecules targeting *Klebsiella pneumoniae* / Hernández M. et al. *Natural Product Research*. 2024. P. 1–8. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2360166>
13. Evaluation of the success and prospects of introduction for cultivation of medicinal aromatic Asteraceae plants in central Pollyssia (Ukraine) / Ivashchenko I. V. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. V.11. Is. 9, P.1–5.
14. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
15. Варанкіна О. О. Біологічна дія бета-каротину: позитивні і негативні аспекти. *Біопроцеси, біотехнологія харчових продуктів, БАР*. 2013. Т.4, № 25. С. 46–49.