

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ЛЕТКИХ СПОЛУК У ТРАВІ ШОЛОМНИЦІ ВИСОКОЇ ТА ШОЛОМНИЦІ БІЛУВАТОЇ

Ірина Дахим, Людмила Слободянюк,  
Наталія Іванкевич, Христина Цимбала

Тернопільський національний медичний  
університет імені І. Я. Горбачевського

**Вступ.** Вивчення рослин, які використовуються у традиційній медицині надає основу для науково обґрунтованого пошуку нових фітопрепаратів. Препарати із рослинної сировини мають низку переваг перед синтетичними. Лікарські рослини містять сполуки, здатні впливати на складні патологічні процеси (наприклад, нейродегенеративні, онкологічні, серцево-судинні захворювання), для яких сучасна медицина не завжди має ефективні та безпечні рішення. Часто препарати на рослинній основі мають кращий профіль безпеки та менше побічних ефектів порівняно з деякими синтетичними ліками, що особливо важливо для лікування хронічних недуг. Тому пошук та вивчення нових лікарських рослин є актуальним завданням сучасної фармації. Одними із таких рослин є представники роду шоломниця – шоломниця висока (*Scutellaria altissima* L.) та шоломниця білувата (*Scutellaria albida* L.).

Рід *Scutellaria* L. належить до родини глухокропивові (*Lamiaceae*) та включає близько 470 видів, поширених по всьому світу, переважно в помірних та тропічних широтах, включаючи Європу, Північну Америку, Східну Азію та тропічні ліси Амазонки. Більшість видів роду шоломниця — це однорічні або багаторічні трав'янисті рослини заввишки від 5 см до 1 м, деякі є напівчагарниками. Рослини цього роду містять широкий спектр фармакологічно активних компонентів, основними з яких є флавоноїди, терпеноїди, а також іридоїди [1-3]. У доступних нам джерелах літератури встановлено, що витяжки та сполуки, які ідентифіковані з рослин роду шоломниця, проявляють широкий спектр біологічної активності, зокрема антиоксидантну, протизапальну, протівірусну, антибактеріальну, нейропротекторну, протипухлинну та гепатопротекторну дії [4]. Різноманітні види рослин роду шоломниця традиційно використовуються як заспокійливий засіб та для лікування нервових розладів, наприклад тривожності [5]. А також для лікування деяких видів дерматиту, зокрема атопічного дерматиту та екземи [6], запальних та серцево-судинних захворювань [7]. Шоломниця висока (*Scutellaria altissima* L.) – це багаторічна трав'яниста рослина заввишки до 70-100 см, віночок якої блідо-блакитний з білуватою нижньою губою. Цвіте з травня по вересень. Шоломниця висока внесена до офіційних списків регіонально рідкісних видів рослин Вінницької, Дніпропетровської, Житомирської, Кіровоградської та Рівненської областей [8]. Також вирощується як декоративна рослина. Шоломниця висока широко застосовується у

традиційній медицині. Настій із трави цієї рослини використовується як відхаркувальний, а також сечогінний і заспокійливий засіб при таких станах, як підвищений артеріальний тиск та набряки [9]. Шоломниця білувата (*Scutellaria albida* L.) – трав'яниста багаторічна рослина, часто із дещо здерев'янілим біля основи стеблом. Рослина поширена від Північної Італії до Балканського півострова, а також у горах Криму. Відомо, що шоломниця білувата володіє протизапальними та жарознижувальними властивостями. Науковцями було досліджено та виділено із шоломниці білуватої деякі флавоноїдні глікозиди. Також із джерел літератури відомо про виділення та структурне дослідження у *S. altissima* трьох нових іридоїдних глікозидів: 6-*O-p*-кумаройлгардозиду, 6-*O-p*-кумаройл-8-*eni*-логанової кислоти та скутелозиду, а також 10 відомих іридоїдних агліконів та глікозидів, чотирьох відомих фенілетаноїдних глікозидів та шести простих фенольних похідних [10]. Хоча було проведено багато фітохімічних досліджень, щодо вмісту летких сполук у *Scutellaria* spp., ми не знайшли достатньо інформації щодо обраних нами об'єктів – шоломниці високої та шоломниці білуватої.

**Метою** нашого дослідження було визначити та порівняти якісний склад та кількісний вміст летких компонентів у сировині двох досліджуваних видів рослин.

**Матеріали та методи.** Матеріалом для досліджень були трава шоломниці високої та шоломниці білуватої, яку заготовляли на дослідних ділянках Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України у період масового цвітіння. Сушіння сировини проводили при температурі 40 °С. Кількісний вміст летких сполук визначали використовуючи ГХ/МС метод. Встановлення якісного складу та кількісного вмісту компонентів проводили методом газової хроматографії на хроматографі Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором та капілярною колонкою HP-Innowax (внутрішній діаметр – 0,25 мм, довжина – 30 м). Умови хроматографування: швидкість газу-носія (гелію) – 1,0 мл/хв; температура нагрівача введення проби – 250 °С; температура термостату програмувалася від 50 до 320 °С зі швидкістю 4 град/хв. Для ідентифікації компонентів отримані спектри розглядали на основі загальних закономірностей фрагментації молекул органічних сполук під дією електронного удару, а також шляхом порівняння отриманих результатів з даними бібліотек мас-спектрів NIST 17 у поєднанні з програмою для ідентифікації NIST 17 [11,12].

**Результати та обговорення.** Результати визначення летких компонентів у траві шоломниці білуватої та шоломниці високої представлено на рисунках 1-2 і в таблиці 1. Виявлено, що відсоток співпадіння ідентифікованих сполук у досліджуваній сировині шоломниці білуватої та шоломниці високої зі спектрами, представленими в бібліотеці мас-спектрів NIST 17, становив від 80 до 99 %.

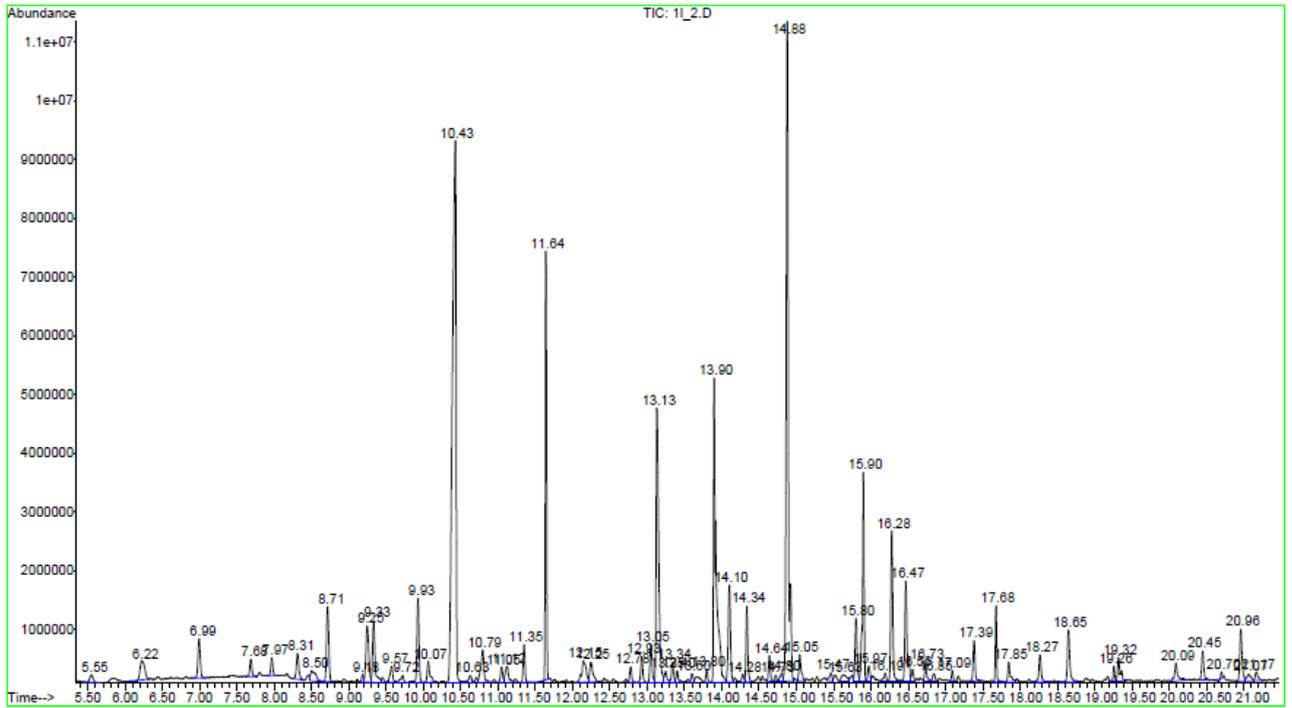


Рис. 1. ГХ/МС-хроматограма летких компонентів шоломниця білуватої трави

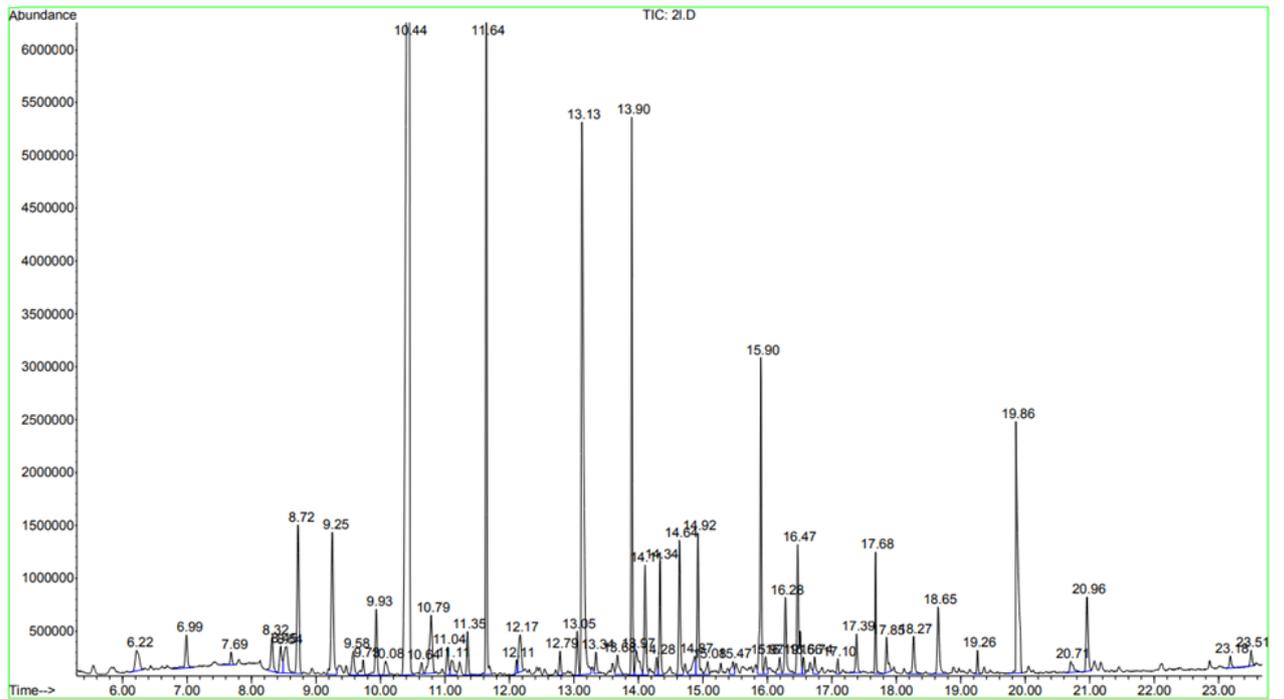


Рис. 2. ГХ/МС-хроматограма летких компонентів шоломниця високої трави

Таблиця 1 – Компонентний склад летких сполук у траві шоломниці білуватої та шоломниці високої

№ з/п	Назва леткої сполуки	Час утримання, хв	Кількісний вміст, мкг/г	
			Шоломниці білуватої трава	Шоломниці високої трава
1	камфен	5,55	5,66±0,03	н/в
2	4-карен	6,99	19,14±0,04	13,02±0,01
3	$\alpha$ -феландрен	7,69	8,03±0,02	н/в
4	$\alpha$ -терпінен	7,96	7,68±0,02	н/в
5	лимонен	8,31	13,93±0,03	12,54±0,02
6	гептаналь	8,45	н/в	10,10±0,02
7	<i>цис</i> -сабінен	8,5	11,54±0,03	н/в
8	2-гексеналь	9,24	34,50±0,03	52,11±0,04
9	$\gamma$ -терпінен	9,34	32,81±0,04	н/в
10	$\beta$ -оцимен	9,57	10,02±0,02	9,62±0,01
11	<i>о</i> -цимен	9,93	38,16±0,04	21,13±0,02
12	2-карен	10,07	11,86±0,03	н/в
13	тридекан	10,41	внутрішній стандарт	
14	<i>цис</i> -2-(2-пентенил) фуран	10,63	4,59±0,01	н/в
15	5-гептен-2-он	11,35	14,61±0,02	11,53±0,01
16	нонаналь	12,14	20,01±0,03	н/в
17	3-гексен-1-ол	12,17	н/в	16,68±0,02
18	3-октанол	12,25	13,84±0,02	н/в
19	$\alpha$ -кубебен	12,93	11,62±0,02	н/в
20	<i>транс</i> -4-гуйанол	13,25	6,29±0,01	н/в
21	фурфурол	13,34	8,84±0,01	6,33±0,01
22	2,4-гептадієналь	13,68	н/в	8,80±0,01
23	$\beta$ -бурбонен	13,8	4,67±0,01	н/в
24	бензальдегід	14,11	46,49±0,05	31,39±0,02
25	ліналоол	14,34	28,59±0,02	27,49±0,02
26	$\alpha$ -бергамотен	14,72	2,21±0,01	43,73±0,02
27	елемен	14,8	4,26±0,01	н/в
28	каріофілен	14,88	311,92±0,05	9,99±0,01
29	анізол	14,92	н/в	37,11±0,03
30	терпінен-4-ол	15,04	12,50±0,01	н/в
31	борніл ізобутират	15,47	н/в	5,72±0,01
32	фенілацетальдегід	15,63	7,02±0,01	н/в
33	гумулен	15,8	26,82±0,02	н/в
34	$\alpha$ -терпінен	16,19	н/в	6,24±0,01
35	гермакрен D	16,28	63,62±0,02	24,29±0,02
36	$\beta$ -бісаболен	16,47	48,33±0,02	н/в
37	борніл метилбутаноат	16,56	н/в	4,73±0,01
38	$\delta$ -кадинен	16,68	4,31±0,01	н/в
39	$\alpha$ -фарнезен	16,74	8,40±0,01	5,66±0,01
40	гераніол	17,38	17,05±0,02	10,63±0,02
41	2-фенілетанол	18,65	26,60±0,02	22,79±0,02
42	<i>транс</i> -ізолимонен	20,09	11,57±0,02	н/в
43	евгенол	21,17	5,46±0,01	н/в

Примітка: н/в – не виявлено

У результаті проведених досліджень у траві шоломниці білуватої ідентифіковано 35 летких компонентів, загальний вміст яких становив 902,95 мкг/г, у траві шоломниці високої – 22, загальний вміст яких становив 391,63 мкг/г. Отже, загальний вміст суми летких компонентів у сировині шоломниці білуватої перевищував відповідний показник шоломниці високої приблизно у 2,3 раза (табл. 1).

У траві шоломниці білуватої кількісно переважав каріофілен, вміст якого становив 311,92 мкг/г (рис. 1, табл. 1). Відомо, що каріофілен – природний біциклічний сесквітерпен – є селективним фітоканабіноїдним агоністом рецепторів другого типу [13]. Він проявляє широкий спектр біологічної активності, зокрема виражену протизапальну дію, яка реалізується через інгібування ключових медіаторів запалення, таких як індуктибельна синтаза оксиду азоту

(iNOS), інтерлейкін-1 $\beta$ , інтерлейкін-6, фактор некрозу пухлини- $\alpha$ , ядерний фактор  $\kappa\text{B}$ , а також циклооксигенази-1 і -2. Результати численних досліджень *in vitro* та *in vivo* свідчать, що застосування каріофілену сприяє покращенню фенотипічних показників у тваринних моделях різних запальних станів, зокрема патологій нервової системи [14, 15]. Також переважаючими сполуками шоломниці білуватої були гермакрен D (63,62 мкг/г) та  $\beta$ -бісаболен (48,33 мкг/г).

Домінуючими сполуками серед летких речовин у траві шоломниці високої були 2-гексеналь (52,11 мкг/г),  $\alpha$ -бергамотен (43,73 мкг/г) та анізол (37,11 мкг/г) (табл. 1). Визначені компоненти летких сполук можуть проявляти протизапальну, антиоксидантну та спазмолітичну активності.

Порівнюючи компонентний склад летких сполук у траві шоломниці білуватої та шоломниці високої, слід відмітити, що було виявлено 15 спільних летких речовин, серед яких 4-карен, лимонен, 2-гексеналь,  $\beta$ -оцимен, *o*-цимен, 5-гептен-2-он, фурфурол, бензальдегід, ліналоол,  $\alpha$ -бергамотен, каріофілен, гермакрен D,  $\alpha$ -фарнезен, гераніол, 2-фенілетанол (табл. 1). Найбільшу концентрацію серед даних компонентів у досліджуваних об'єктах становив гермакрен D та ліналоол. Згідно з відомостями фахової літератури, таким біологічно активним сполукам властива антиоксидантна та седативна активності [16, 17]. Враховуючи високу біологічну активність цих сполук, пропонуємо проводити стандартизацію даних видів рослин саме за вмістом гермакрону D та ліналоолу.

**Висновки.** У статті вперше представлено результати вивчення компонентного складу летких фракцій лікарської рослинної сировини шоломниці білуватої та шоломниці високої, вирощеної на території України. За допомогою методу газової хромато-мас-спектрометрії визначено якісний склад і кількісний вміст летких сполук у досліджуваних видах роду *Scutellaria*. У траві шоломниці білуватої було ідентифіковано 35 летких компонентів, тоді як у шоломниці високої — 22. Для обох видів спільними леткими сполуками виявилися 4-карен, лимонен, 2-гексеналь,  $\beta$ -оцимен, *o*-цимен, 5-гептен-2-он, фурфурол, бензальдегід, ліналоол,  $\alpha$ -бергамотен, каріофілен, гермакрен D,  $\alpha$ -фарнезен, гераніол та 2-фенілетанол. Як маркерні компоненти легкої фракції трави шоломниці білуватої та шоломниці високої встановлено гермакрен D та ліналоол. Виявлені леткі сполуки характеризуються антиоксидантною та седативною активностями, що дозволяє розглядати сировину досліджуваних видів шоломниці як перспективну для розробки нових лікарських засобів.

**Перспективи подальших досліджень.** Отримані результати можуть бути використані для стандартизації та контролю якості нових лікарських засобів, що містять траву шоломниці білуватої та шоломниці високої.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Фінансування:** дослідження проводилося без фінансової підтримки.

### **Comparative analysis of the component composition of volatile components in the *scutellaria altissima* L. And *scutellaria albida* L. Herbs**

**Irina Dakhim, Lyudmila Slobodyanyuk, Natalia Ivankevich, Khristina Tsybala**

**Introduction.** Plants of the genus *Scutellaria* contain a wide range of biologically active substances, the main of which are flavonoids, terpenoids and iridoids. These plants are traditionally used as a sedative for the treatment of nervous disorders. They also have a wide range of biological activity, including antioxidant, anti-inflammatory, antiviral, antibacterial, neuroprotective, antitumor and hepatoprotective effects. *Scutellaria altissima* L. is widely used in traditional medicine. An infusion of the herb of this plant is used as an expectorant, as well as a diuretic and sedative for conditions such as high blood pressure and edema. *Scutellaria albida* L. has anti-inflammatory and antipyretic properties. Since we did not find enough information about the content of volatile compounds in these types of *Scutellaria* in the literature sources available to us, it was relevant to investigate and compare their content using gas chromatography-mass spectrometry. **The aim of the study** is to determine and compare the qualitative composition and quantitative content of volatile compounds in the herb of the studied plants. **Materials and methods.** The material for the research was the herb of *S. albida* and *S. altissima*, harvested on the territory of the Cultural Flora Department at the M. M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv) during the period of mass flowering. The drying of the raw materials was carried out at a temperature of 40°C. The quantitative content and component composition of volatile compounds were determined using the GC/MS method. **Results and discussion.** The study of volatile compounds of *S. altissima* and *S. albida* allowed the identification of 35 and 22 components, respectively. The total content of these substances in the first plant was 902.95  $\mu\text{g/g}$ , and in the second - 391.63  $\mu\text{g/g}$ . The analysis revealed 15 similar components, among which germacrene D and linalool quantitatively predominate. **Conclusion.** Due to the presence of these compounds, which possess sedative and antioxidant properties, both types of *scutellaria* are potential raw materials for the creation of new pharmaceutical drugs.

**Keywords:** *Scutellaria albida* L., *Scutellaria altissima* L., herb, volatile compounds, GC/MS spectrometry.

### **References:**

1. Maleki S, Akaberi T, Emami SA, Akaberi M. Diterpenes of *Scutellaria* spp.: Phytochemistry and pharmacology. *Phytochemistry*. 2022. Vol. 201. P. 113285. doi: 10.1016/j.phytochem.2022.113285.

2. Bai M, Wu CY. Chemical constituents from *Scutellaria hainanensis* Biochemical Systematics and Ecology. 2019. Vol. 82. P. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2018.10.007>.
3. Dogan Z, Ishiuchi K, Makino T, Saracoglu I. New acylated iridoid glucosides from *Scutellaria glaphyrostachys* Rech. and chemotaxonomic importance for the genus *Scutellaria*. *Phytochemistry Letters*. 2019. Vol. 32. P. 157-161. DOI:10.1016/J.PHYTOL.2019.06.004.
4. Shen J, Li P, Liu S, Liu Q, Li Y, Sun Y, He C, Xiao P. Traditional uses, ten-years research progress on phytochemistry and pharmacology, and clinical studies of the genus *Scutellaria*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2021. Vol. 265. P. 113198. DOI: 10.1016/j.jep.2020.113198.
5. Ahmadi A, Mortazavi Z, Mehri S, Hosseinzadeh H. Protective and therapeutic effects of *Scutellaria baicalensis* and its main active ingredients baicalin and baicalein against natural toxicities and physical hazards: a review of mechanisms. *Daru*. 2022. Vol. 30 (2). P. 351-366. doi: 10.1007/s40199-022-00443-x.
6. Lee J, Seo YS, Lee AY, Nam HH, Ji KY, Kim T, Lee S, Hyun JW, Moon C, Cho Y, Jung B, Kim JS, Chae S. Anti-Atopic Effect of *Scutellaria baicalensis* and *Raphanus sativus* on Atopic Dermatitis-like Lesions in Mice by Experimental Verification and Compound-Target Prediction. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2024. Vol. 17(3). P. 269. doi: 10.3390/ph17030269.
7. Tan YQ, Lin F, Ding YK, Dai S, Liang YX, Zhang YS, Li J, Chen HW. Pharmacological properties of total flavonoids in *Scutellaria baicalensis* for the treatment of cardiovascular diseases. *Phytomedicine*, 2022. Vol. 107. 154458. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154458>.
8. Melnyk VI, Bagatska TS, Bulakh PE. Geographical distribution of *Scutellaria altissima* (*Lamiaceae*) in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*. 2022. Vol. 79. № 6. P. 367-380. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj79.06.367>.
9. Gao C, Zhou Y, Jiang Z, Zhao Y, Zhang D, Cong X, Cao R, Li H, Tian W. Cytotoxic and chemosensitization effects of scutellarin from traditional Chinese herb *Scutellaria altissima* L. in human prostate cancer cells. *Oncology reports*. 2017. Vol. 38. P. 1491-1499. doi: 10.3892/or.2017.5850.
10. Dogan Z, Ishiuchi K, Makino T, Saracoglu I. New acylated iridoid glucosides from *Scutellaria glaphyrostachys* Rech. f. and chemotaxonomic importance for the genus *Scutellaria*. *Phytochemistry Letters*, 2019. Vol. 32. P. 157-161. DOI:10.1016/j.phytol.2019.06.004
11. Marchyshyn S, Slobodianiuk L, Budniak L, Dakhym I, Boyko L, Kyryliv M, Bekus I. Comparative analysis of essential oil containing raw materials of honeyherb (*Lippia dulcis* Trevir.) under different growing conditions. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2023. Vol. 6 (46). P. 41-46. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2023.294908>.
12. Dakhym IS, Marchyshyn SM, Slobodyanyuk LV, Demydyak OL, Dzyoba OI. Studies of volatile components of the herb of the hemp plant (*Eupatorium cannabinum* L.). *Achievements of clinical and experimental medicine*. 2025. № 1. P. 93–97. DOI:10.11603/1811-2471.2025.v.i1.15248.
13. Ojha S, Javed H, Azimullah S, Haque ME. *beta*-Caryophyllene, a phytocannabinoid attenuates oxidative stress, neuroinflammation, glial activation, and salvages dopaminergic neurons in a rat model of Parkinson disease. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2016. Vol. 418. P. 59–70. doi: 10.1007/s11010-016-2733-y.
14. Francomano FC, Barbarossa A, Fazio A, La Torre A, Ceramella C, Mallamaci J., Saturnino R, Iacopetta C, Sinicropi DM. *β*-Caryophyllene: A Sesquiterpene with Countless Biological Properties. *Applied Sciences*. 2019. Vol. 9. 10.3390/app9245420. <https://doi.org/10.3390/app9245420>.
15. Oliveira G, Machado KC, Machado KC, da Silva A, Feitosa CM, de Castro Almeida FR. Non-clinical toxicity of *beta*-caryophyllene, a dietary cannabinoid: Absence of adverse effects in female Swiss mice. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018. Vol. 92. P. 338–346. doi: 10.1016/j.yrtph.2017.12.013.
16. Quaresma dos Santos ER, Maia JGS, Fontes-Júnior EA, Ferraz Maia CS. Linalool as a Therapeutic and Medicinal Tool in Depression Treatment: A Review. *Curr. Neuropharmacology*, 2022. Vol. 20 (6). P. 1073–1092. DOI: 10.2174/1570159X19666210920094504.
17. Dougnon G, Ito M. Essential Oil from the Leaves of *Chromolaena odorata*, and Sesquiterpene Caryophyllene Oxide Induce Sedative Activity in Mice. *Pharmaceuticals*, 2021. Vol. 14. P. 651. <https://doi.org/10.3390/ph14070651>.