

DOI: 10.21802/artm.2024.3.31.120
УДК 615.322+582.945ДОСЛІДЖЕННЯ СТЕРОЇДНИХ ТА ЛЕТКИХ СПОЛУК В ТРАВІ *VERBENA OFFICINALIS* L

Н.М. Посацька, А.Р. Грицик, О.А. Струк

Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра фармацевтичного управління, технології ліків та фармакогнозії, Івано-Франківськ, Україна,
ORCID ID: 0000-0002-1036-6394, e-mail: natanthik.78@ukr.net
ORCID ID: 0000-0001-7335-887X, e-mail: grycyk@ukr.net
ORCID ID: 0000-0003-4677-6894, e-mail: sanichka5@gmail.com

Резюме. Відомий ряд стероїдоподібних засобів рослинного походження, які проявляють виражену активність. Широкий діапазон лікувальних властивостей рослини пояснюється складом біологічно активних речовин. Дані детального хімічного вивчення БАР в траві вербени лікарської є обмежені, тому доцільно провести дослідження вмісту фітостеролів та летких сполук в траві *Verbena officinalis* L. за допомогою сучасних точних методик.

Метою нашого дослідження було проведення якісного та кількісного визначення вмісту стероїдних та летких сполук у траві *Verbena officinalis* L. методом газової хроматографії/мас-спектрометрії.

Матеріали і методи. Було вивчено вміст фітостеролів та летких сполук у *Verbena officinalis* L. траві методом газової хроматографії/мас-спектрометрії. Вивчення проводили за допомогою хроматографа Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973 та капілярною колонкою HP-5 ms. Сполуки ідентифікували використовуючи бібліотеку мас-спектрів у поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS та NIST.

Результати дослідження. Методом газової хроматографії/мас-спектрометрії було проведено вивчення кількісного складу компонентів стероїдних сполук та летких сполук трави *Verbena officinalis* L. Було встановлено 4 фітостероли та 8 летких сполук в результаті проведеного аналізу.

В траві *Verbena officinalis* L. було ідентифіковано кампестерол (9.32 %), стигмастерол (7.13 %), γ -ситостерол (72.21 %) та андрост-5,15-діен-3-ол-ацетат (11.35 %).

Хромато-мас-спектрометричним методом в траві *вербени лікарської* було ідентифіковано 8 летких сполук. Домінуючими є бензофенон (109.99 мг/кг) та гексагідрофарнезилацетон (73.09 мг/кг). Ідентифіковано та кількісно визначено стероїдні сполуки (мг/кг): кампестерол (73.61), стигмастерол (56.29), γ -ситостерол (570.43) та андрост-5,15-діен-3-ол-ацетат (89.65).

Висновки. Отримані результати досліджень будуть враховані при подальшому одержанні фітозасобів на основі трави вербени лікарської, а також при розробці параметрів стандартизації сировини.

Ключові слова: фітостероли, леткі сполуки, газова хроматографія/мас-спектрометрія, кількісний вміст, трава, рослини, сировина, фітозасоби, БАР, *Verbena officinalis* L.

Вступ. Біологічно активні сполуки лікарських рослин здатні впливати на різні ланки процесів в живому організмі, а саме регулюють процеси обміну речовин, росту та розвитку організмів. Відомий ряд стероїдоподібних засобів рослинного походження, які проявляють виражену активність. Стероїдні та леткі сполуки володіють антимікробною та протизапальною активностями. Найбільш поширеними стеролами в лікарських рослинах є кампестерол, ситостерин і стигмастерол [1]. Позитивний вплив фітостеролів на здоров'я людини добре відомий, наприклад, захисний ефект при серцево-судинних захворюваннях, діабеті та пухлинах [2]. Аналіз літературних джерел показує, що в народній медицині різних країн світу широко використовують *Verbena officinalis* L. як антиоксидантний та протимікробний засіб. Тому актуальним є вивчення в сировині *Verbena officinalis* L. фітостеролів та летких сполук, які є антиоксидантами та володіють антимікробною активністю [3].

До роду Вербена належить 250 видів. На території України зростає 3 види: *Verbena officinalis* L., *Verbena supina* L., *Verbena hybrida* Hort. [3].

Verbena officinalis L. – є багаторічною трав'янистою рослиною з зеленувато-коричневим чотиригранним стеблом, яке є шорстко опушене та не має повздовжніх граней. Листки перистолопатові з тупими зубчастими краями, поверхня листка вкрита щетинистими волосками. Квітки зібрані у прямостояче колосовидне суцвіття, віночок від світло-рожевого до насичено фіолетового кольору. Вербена лікарська поширена по всій території України [3].

Verbena officinalis L. проявляє протизапальну, антисептичну, спазмолітичну та протиалергічну дію. Основними діючими сполуками трави вербени лікарської є комплекс поліфенольних сполук, таніннів, флавоноїдів, іридоїдів, органічних кислот, вітамінів та ефірної олії, що проявляють фармакологічний ефект при захворюваннях ШКТ, хворобах печінки та жовчного міхура тощо [3 - 5].

Verbena hybrida Hort. - однорічна трав'яниста декоративна рослина, що виростає до п'ятдесяти сантиметрів. Рослина з сильно розгалуженими лежачими стеблами, що стеляться по землі. Суцвіття колосовидні, складаються з декількох десятків квіток. Квітки дрібні в щитках, забарвлення: біле, темно-синє, темно-

червоне. Листки довгасто-витягнуті, шорсткі, зубчасті, опушені та розташовані супротивно. Вербена гібридна довго цвіте і стає прикрасою будь-якого присадибної ділянки або газонної клумби. *Verbena hybrida* Hort. вміщує дубильні речовини, ефірну олію, органічні кислоти, вітамін С [3 - 5].

Verbena supine L. – багаторічна прямостояча трав'яниста рослина висотою до 70 см, з розгалуженим стеблом і шорсткоопушеним по грнях. Листки вербени лежачої яйцевидно-довгасті та шорсткоопушені. Суцвіття блідо-лілові, видовжено-колосовидні, тонкі. Росте на вологих піщаних місцях, іноді як бур'ян. *Verbena supine* L. вміщує іридоїди, таніди, ефірну олію, вітамін С [3 - 5]. Фармакологічна активність *Verbena hybrida* Hort. та *Verbena supine* L. не вивчалися.

Широкий діапазон лікувальних властивостей рослини пояснюється складом біологічно активних речовин. Дані детального хімічного вивчення БАР в траві вербени лікарської є обмежені, тому доцільно провести дослідження вмісту фітостеролів, летких сполук, жирних кислот в сировині видів роду Вербена за допомогою сучасних точних методик, розробити екстракти з ЛРС та дослідити їх гіполіпідемічну активність.

Метою нашого дослідження було проведення якісного та кількісного визначення вмісту стероїдних та летких сполук в траві *Verbena officinalis* L.

Методи і матеріали. Графічне зображення процесу дослідження представлено на рис. 1.

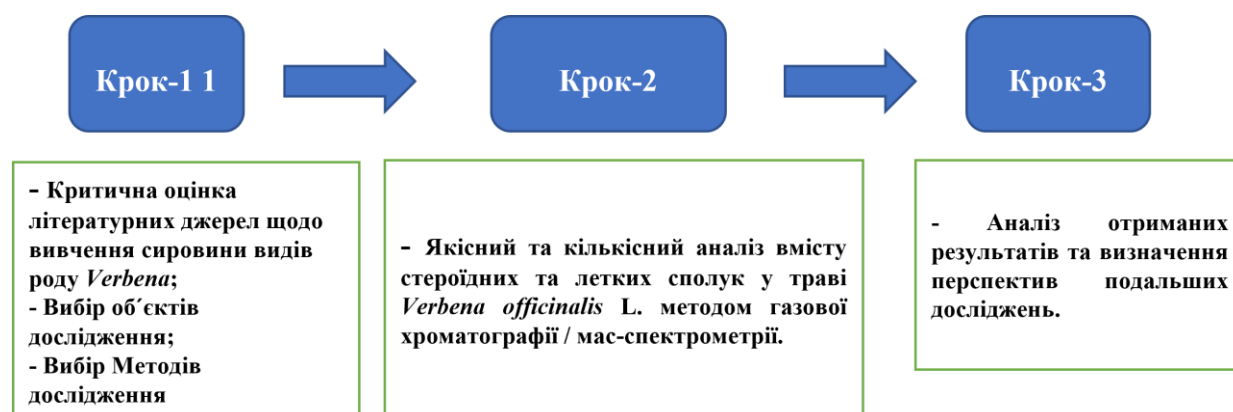


Рис 1. Планування процесу дослідження

Об'єктом дослідження ми обрали траву *Verbena officinalis* L.

Досліджуваний зразок сировини попередньо проходив обробку хлороформом у апараті Сокслета. Точну наважку подрібненої сировини 0.05 г поміщали у віалу на 2 мл, додавали тридекан (як внутрішній стандарт) з розрахунку 50 мкг на наважку та 6 мл метилхлориду (розчинник) [6]. Вивчення фітостеролів та летких сполук проводили за допомогою хроматографа Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973 та капілярною колонкою HP-5 ms. Сполуки ідентифікували використовуючи бібліотеку мас-спектрів у поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS та NIST [7 - 9].

Розрахунок кількісного вмісту стероїдів проводили методом внутрішніх стандартів за формулою (X, мг/кг):

$$X = \frac{P_1 \cdot 50}{P_2 \cdot m}, \text{ де}$$

P_1 – площа піку речовини, яку вивчали;

50 – маса внутрішнього стандарту, який вводили в зразок, мкг;

P_2 – площа піку стандарту;

m – наважка сировини, г.

Вивчення вмісту летких сполук проводили з використанням хроматографічної колонки - капілярної DB-5 вн. діам. 0,25 мм і довжиною 30 м. Точну

наважку сировини 0,5 г вносили у віалу на 20 мл та дод. стандарт – тридекан (розраховували на наважку 50 мкг). Дод. 10 мл води до проби та відганяли леткі сполуки з допомогою водяної пари та зворотних холодильників. Пробу вносять у хроматографічну колонку у режимі поділу потоку (splitless). Ідентифікацію компонентів проводили з використання бібліотеки мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 у поєднанні з програмою для ідентифікації AMDIS і NIST [7 - 9].

Розраховували вміст летких сполук за формулою:

$$C = K_1 \cdot K_2, \text{ мг/кг, де}$$

$K_1 = P_1 / P_2$ (P_1 – площа піку досліджуваної речовини, P_2 – площа піку стандарту). $K_2 = 50/M$ (50 – маса внутрішнього стандарту, мкг, введеного в зразок, M – наважка зразка, г).

Отримані дані фіксували за допомогою таблиці та рисунків.

Результати дослідження. Нами було досліджено кількісний вміст фітостеролів у траві вербени лікарської методом газової хроматографії/мас-спектрометрії, результати представлено на рис. 2 та табл. 1.

Результати дослідження вмісту летких сполук у траві вербени лікарської методом ГХ/МС представлено на рис. 3, табл. 2.

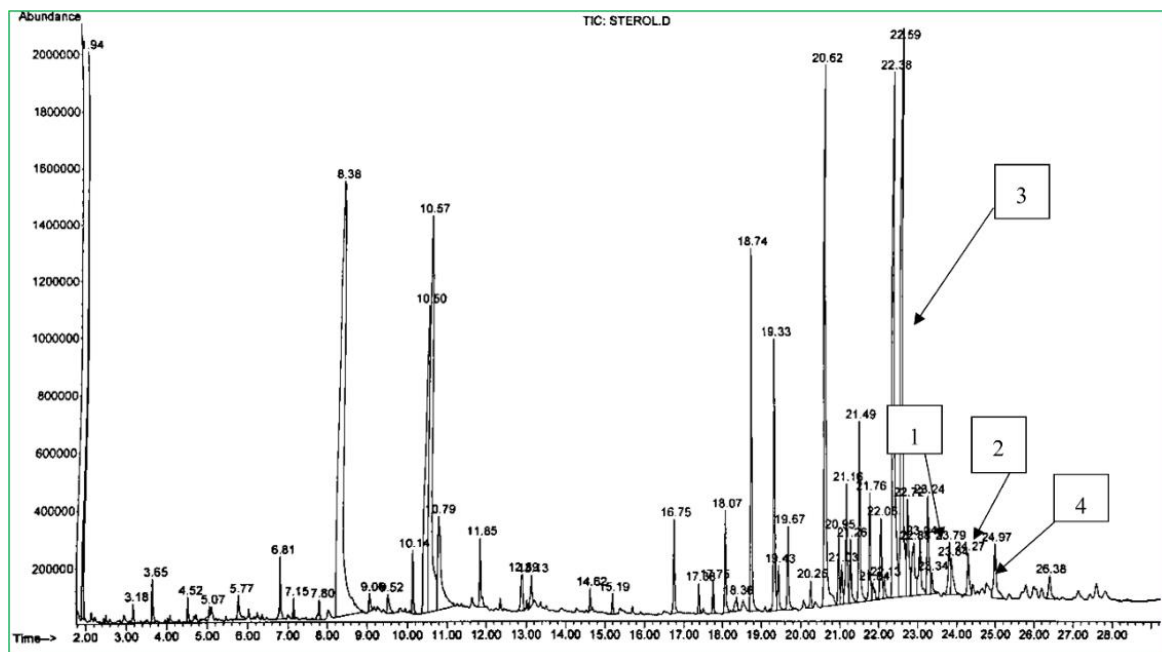


Рис. 2. ГХ/МС хроматограма фітостеролів в траві вербени лікарської: 1 – кампестерол, 2 – стигмастерол, 3 – γ -ситостерол, 4 – андрост-5,15-дієн-3-ол-ацетат).

Таблиця 1

Кількісний вміст фітостеролів в траві вербени лікарської

Назва сполук	Час	Вміст	
		мг/кг	%*
1	2	3	4
Кампестерол	21.76	73.61	9.32
Стигмастерол	22.05	56.29	7.13
γ -ситостерол	22.59	570.43	72.21
Андрост-5,15-дієн-3-ол-ацетат	22.72	89.65	11.34
Загальна кількість, мг/кг:		789.99	100

Примітка: * по відношенню до загального вмісту ідентифікованих фітостеролів у сировині.

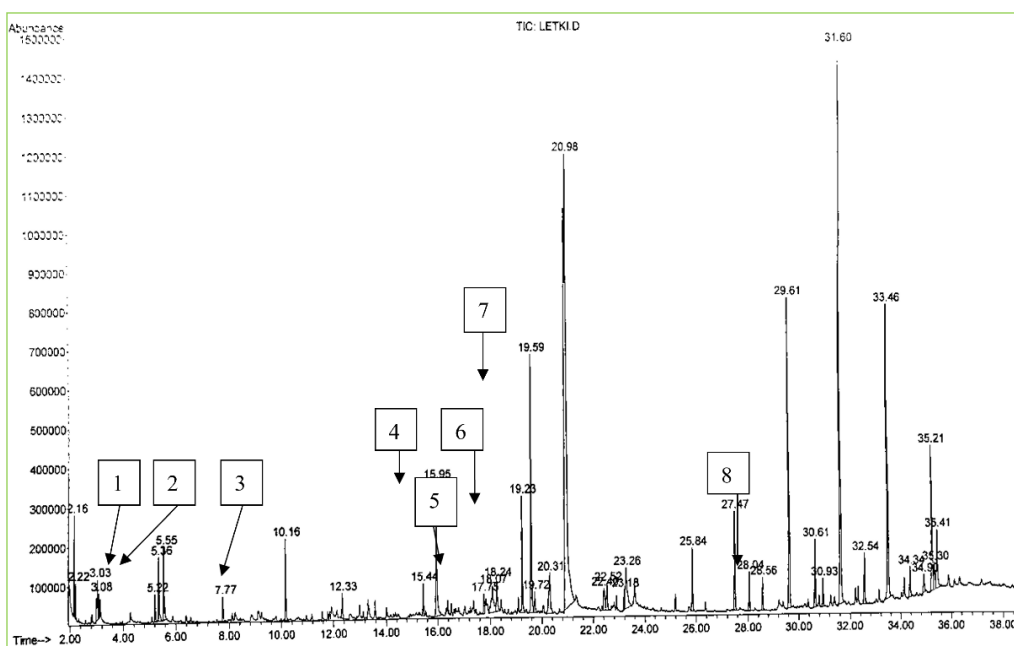


Рис. 3. ГХ/МС хроматограма сполук леткої фракції трави вербени лікарської: 1 – 2-гептанон, 2 – 3-гептанон, 3 – ментол, 4 – бензофенон, 5 – салол, 6 – бензальдегід, 7 – гексагідрофарнезиллацетон, 8 – сквален.

Таблиця 2

Кількісний вміст леткої фракції трави вербени лікарської

Назва речовини	Час	Вміст	
		мг/кг	%*
2-Гептанон	3.03	28.76	8.88
3-Гептанон	3.08	9.96	3.08
Ментол	7.77	15.43	4.77
Бензофенон	15.95	109.99	33.96
Салол	17.75	16.97	5.24
Бензальдегід	18.07	48.85	15.08
Гексагідрофарнезилацетон	19.23	73.09	22.57
Сквален	30.93	20.79	6.42
Загальна кількість, мг/кг:		323.85	100

Примітка. * – по відношенню до загального вмісту ідентифікованих летких сполук у сировині

Обговорення результатів. Фітостероли є сполуками стиролу, за хімічною будовою вони подібні до холестерину, які синтезуються в рослинних організмах, не мають харчового значення для людини. Рослинам вони необхідні для функціонування клітин по механізму, подібному механізму дії холестерину в людському організмі. В раціоні харчування середньостатистичної людини в середньому в день присутні 360 г фітостеролів. Науковцями встановлено, що рослинні фітостероли проявляють протипухлинну дію та знижують рівень холестерину крові [10 - 12]. Основними фітостеролами являються кемпферол, стигмастерол. Другорядними являються стигмастанол (β -ситостерол), ситостанол, холіностерол, десмостерол, кліонастерол, пориферастерол та брассикастерол [13].

Науковцями було досліджено широкий спектр біологічних ефектів фітостеролів, зокрема антиоксидантний, протизапальний, атеросклеротисний, антидіабетичний та інші [14]. Van Rensburg та співавтори (2000) дослідили, що фітостероли *in vitro* знижують перекисне окислення ліпідів у мембранах тромбоцитів. Науковці пов'язують антиоксидантний ефект

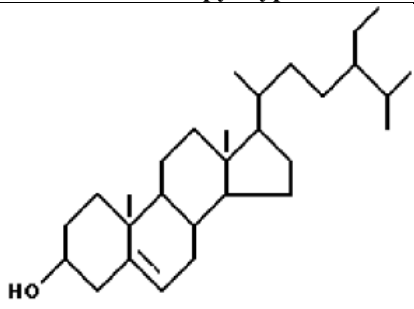
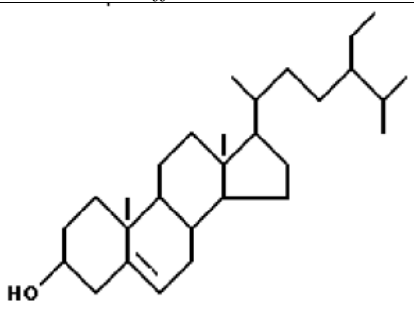
фітостеролів з високою здатністю поглинати вільні радикали та стабілізувати клітинні мембрани, а також стимулювати антиоксидантні ферменти [15]. López-García та співавтори (2020) встановили, що фітостероли проявляють антиоксидантну та протизапальну активність, здатні зменшувати запальну реакцію, опосередковану макрофагами та нейтрофілами, зменшують набряк та концентрацію цитокінів [16]. Встановлена протизапальна та антиексудативна дія водного екстрактів трави *Verbena officinalis* L. за умови патології різного генезу на двох моделях асептичного запалення (карагеніновий та фомаліновий набряки) [5].

Ряд наукових робіт показує, що в експерименті введення фітостеролів призводить до зниження рівня загального холестерину та ліпопротеїдів низької щільності шляхом блокування харчового всмоктування холестерину та подальшого його впливу на біотрансформацію [17, 18].

Структурні формули основних фітостеролів, які містить трава *Verbena officinalis* L. наведено в табл.3.

Таблиця 3

Структура основних фітостеролів трави *Verbena officinalis* L.

	
Кампестерол – 9.32 %	Стигмастерол – 7.13 %

В результаті дослідження фітостеролів в сировині *Verbena officinalis* L. (табл. 1; табл. 3; рис. 2) ідентифіковано кампестерол (9.32 %), стигмастерол (7.13 %), γ -ситостерол (72.21 %) та андрост-5,15-діен-3-ол-ацетат (11.35 %).

В результаті дослідження леткої фракції сполук в сировині *Verbena officinalis* L. (табл. 2; рис. 2) ідентифіковано 8 сполук. Домінуючими є бензофенон (33.96 %) та похідний сесквітерпену – гексагідрофарнезилацетон (22.57 %).

Літературні джерела подають інформацію про виражену фармакологічну активність деяких летких сполук. 2-Гептанон діє на живий організм як анестетик, є альтернативою лідокаїну, але викликає алергічні реакції в деяких людей. 3-Гептанон (бутилетилацетон) має фруктовий запах. Дану сполуку використовують у якості ароматизатора. Ментол діє як місцевий анестетик, проявляє антисептичну активність, входить до складу таких лікарських засобів як корвалол, менавін тощо. Бензофенон є ароматичним кетоном, який

активно використовують у виготовленні сонцезахисних кремів з SPF-захистом. Салол (фенілсаліцилат) проявляє дезінфекційні властивості при лікуванні кишкових захворювань. Бензальдегід є найпростішим ароматичним альдегідом, який використовують як ароматизатор (аромат гіркої мигдалю). Сквален проявляє антиоксидантну, кардіозахисну та антиканцерогенну дію та протизапальні властивості [19 - 21].

В результаті дослідження легкої фракції сполук в сировині *Verbena officinalis* L. (табл. 2; рис. 3) ідентифіковано 8 сполук. Домінуючими є бензофенон (33.96 %) та похідний сесквітерпену – гексагідрофарнезиллацетон (22.57 %).

Перспективи подальших досліджень. Перспективою є розробка фітозасобів на основі екстрактів трави вербени лікарської, що містить великий комплекс БАП та вивчення їх фармакологічної активності (протизапальної, антиоксидантної, гепатопротекторної та гіполіпідемічної активності).

Висновки. Методом ГХ/МС нами було проведено вивчення кількісного складу компонентів стероїдних сполук та летких сполук трави *Verbena officinalis* L. Було встановлено 4 фітостероли та 8 летких сполук в результаті проведеного аналізу.

В траві *Verbena officinalis* L. нами було ідентифіковано кампестерол (9.32 %), стигмастерол (7.13 %), γ -ситостерол (72.21 %) та андрост-5,15-дієн-3-ол-ацетат (11.35 %).

Хромато-мас-спектрометричним методом в траві *вербени лікарської* було ідентифіковано 8 летких сполук. Домінуючими є бензофенон (109.99 мг/кг) та гексагідрофарнезиллацетон (73.09 мг/кг). Ідентифіковано та кількісно визначено стероїдні сполуки (мг/кг): кампестерол (73.61), стигмастерол (56.29), γ -ситостерол (570.43) та андрост-5,15-дієн-3-ол-ацетат (89.65).

Отримані результати досліджень будуть враховані при подальшому одержанні фітозасобів на основі трави вербени лікарської, а також при розробці параметрів стандартизації сировини.

References:

- Nattagh-Eshdiva E, Barghchi H, Pahlavani N Ghavami, Barati M Amiri, et al. Biological and pharmacological effects and nutritional impact of phytosterols: A comprehensive review. *Phyther. Res.* 2022; 36:299-322. DOI: 10.1002/ptr.7312
- Jiang L, Zhao XXuJ, Li C, Yu Y, Wang W, et al. The Protective Effect of Dietary Phytosterols on Cancer Risk: A Systematic Meta-Analysis. *J. Oncol.* 2019; 2019:7479518. DOI: 10.1155/2019/7479518
- Posatska NM, Hrytsyk AR. Pryroda likuie... Poshyrennia ta perspektyvy vykorystannia roslyn rodu *Verbena* v medytsyni ta farmatsii: [monohrafiia]. Ivano-Frankivsk. 2017. 55 p.
- Hrytsyk AR, Posatska NM. Perspektyvy vykorystannia roslyn rodu *Verbena* v medytsyni ta farmatsii. *Farmakom. Naukovo-praktychnyi zhurnal.* 2016; 3:124-129. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Phch_2016_3_9
- Posatska NM, Grytsyk AR, Struk OA, Ivanochko VM, Klymenko AO. Study of anti-inflammatory activity of *Verbena officinalis* L. extracts on the models of

carrageenic and formalin edemas. *The Pharma Innovation Journal.* India. 2019; 8(11):141-144. Available from: <https://www.thepharmajournal.com/archives/?year=2019&vol=8&issue=11&ArticleId=4127>

- Maliuvanchuk SV, Hrytsyk AR. Doslidzhennia steroidnykh spoluk horlianky povzuchoi (Ajuga reptans L.) travy. *Medychna ta klinichna khimii.* 2019; 21(2):73 -78. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2019.v.i2.10297
- Paziuk MV, Zhuravel IO, Kyslychenko OA, Burda NYe. Vyvchennia steroidnykh spoluk u syrovyni morkvy posivnoi sortiv "Iaskrava" ta "Nantska Kharkivska". *Fitoterapiia. Chasopys.* 2017; 1:31-33. Rezhym dostupu: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/15043>
- Paziuk MV, Zhuravel IO, Kyslychenko OA, et al. Vyvchennia letkykh fraktsii syrovyny morkvy posivnoi sortiv «Iaskrava» ta «Nantska kharkivska». *SciencRise: Pharmac. Scie.* 2017; 3(7):32-37. Rezhym dostupu: <http://phytotherapy.vernadskyjournals.in.ua/journal/2017/4/8.pdf>
- Protska VV, Zhuravel IO. Doslidzhennia letkykh komponentiv korenevnyshch z koreniamy, lystia ta kvitok khosty podorozhnykovoi. *Fitoterapiia Chasopys.* 2016; 2:57-61. Rezhym dostupu: <http://phytotherapy.vernadskyjournals.in.ua/journal/2017/4/8.pdf>
- Skrynychuk OYa, Marchyshyn SM, Budniak LI. *Medychna ta klinichna khimii.* 2019; 21(2):79-84. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2019.v.i2.10298.
- Salehi B, Quispe C, Sharifi-Rad J, Cruz-Martins N, Nigam M, et al. Phytosterols: From preclinical evidence to potential clinical applications. *Pharmacology.* 2016; 11:599959. DOI: 10.3389/fphar.2020.599959
- Awad AB, Chan KC, Downie AC, Fink CS. Peanuts as a source of β -sitosterol, a sterol with anticancer properties *Nutr. Cancer.* 2000; 36:238-241. DOI: 10.1207/S15327914NC3602_14
- Abumweis SS, Barake R, Jones PJ. Plant sterols/stanols as cholesterol lowering agents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Nutr. Res.* 2008; 52:1811. DOI: 10.3402/fnr.v52i0.1811
- Moreau R, Whitaker B, Hicks K. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. *Prog Lipid Res.* 2002; 41:457. DOI: 10.1016/S0163-7827(02)00006-1.
- Van Rensburg SJ, Daniels WM, Van Zyl JM, Taljaard JJ. A comparative study of the effects of cholesterol, beta-sitosterol, beta-sitosterol glucoside, dehydroepiandrosterone sulphate and melatonin on *in vitro* lipid peroxidation. *Metab. Brain Dis.* 2000; 15:257-265. DOI: 10.1023/a:1011167023695.
- López-García G, Cilla A, Barberá R, Alegría A, Recio MC. Effect of a milk-based fruit beverage enriched with plant sterols and/or galactooligosaccharides in a murine chronic colitis model. *Foods.* 2019; 8:114. DOI: 10.3390/foods8040114.
- Moghadasian MH. Pharmacological properties of plant sterols *in vivo* and *in vitro* observations. *Life Sci.* 2000; 67:605-615. DOI: 10.1016/s0024-3205(00)00665-2.

18. Rui X, Wenfang L, Jing C, Meng C, Chengcheng D, Jiqu X, et al. Neuroprotective effects of phytosterol esters against high cholesterol-induced cognitive deficits in aged rat. *Food Funct.* 2017; 8:1323-1332. DOI: 10.1039/c6fo01656a
19. Devaraj S, Jialal I, Vega S. Plant sterol-fortified orange juice effectively lowers cholesterol levels in mildly hypercholesterolemic healthy individuals. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2004; 24:25. DOI: 10.1161/01.ATV.0000120784.08823.99.Nutr. Res. 52, 1811. doi:10.3402/fnr.v52i0.1811
20. McKay DL, Blumberg JB. A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytother. Res.* 2006; 20(7):510-530. Available from: <https://doi.org/10.1002/ptr.1900>.
21. Seneme EF, dos Santos DC, Silva EMR, Franco YEM, Longato GB. Pharmacological and Therapeutic Potential of Myristicin: A Literature Review. *Molecules.* 2021; 26:5914. Available from: <https://doi.org/10.3390/molecules26195914>.

UDC 615.322+582.945

RESEARCH OF STEROID AND VOLATILE COMPOUNDS IN *VERBENA OFFICINALIS* L. HERB

N.M. Posatska, A.R. Grytsyk, O.A. Struk

*Ivano-Frankivsk National Medical University,
Department of Pharmaceutical Management, Drug
Technology and Pharmacognosy,
Ivano-Frankivsk, Ukraine,
ORCID ID: 0000-0002-1036-6394,
e-mail: natanthik.78@ukr.net
ORCID ID: 0000-0001-7335-887X,
e-mail: grycyk@ukr.net
ORCID ID: 0000-0003-4677-6894,
e-mail: sanichka5@gmail.com*

Abstract. Biologically active compounds of medicinal plants are able to affect various links of processes in the living organism, namely, they regulate the processes of metabolism, growth and development of organisms. The therapeutic potency of medicinal plant raw materials is derived by a complex of biologically active compounds that influence various biological processes, including metabolism, growth, and development. Numerous steroid-like remedies of plant origin exhibit remarkable activity. Phytosterols, chemical compounds similar to cholesterol, are synthesized in plant organisms and have been found to have anti-tumor effects and lower blood cholesterol. Additionally, steroid and volatile compounds demonstrate antimicrobial and anti-inflammatory activity. The genus *Verbena* includes 250 species. 3 species grow on the territory

of Ukraine: *Verbena officinalis* L., *Verbena supina* L., *Verbena hybrida* Hort. *Verbena officinalis* L. is globally recognized for its antioxidant and antimicrobial properties, showcasing anti-inflammatory, antiseptic, antispasmodic, and anti-allergic effects. However, comprehensive chemical studies of *Verbena officinalis* L. are limited, necessitating a detailed analysis of phytosterol and volatile compound content using modern precise methods.

The aim of the research was to qualitatively and quantitatively determine the content of steroid and volatile compounds in *Verbena officinalis* L. herb using gas chromatography/mass spectrometry.

We chose the herb *Verbena officinalis* L. as the object of the study.

Materials and methods. The content of phytosterols and volatile compounds in *Verbena officinalis* L. herb was studied using the GC/MS method. We chose the herb *Verbena officinalis* L. as the object of the study.

An Agilent Technologies 6890 chromatograph with a 5973 mass spectrometric detector with an HP-5 ms capillary column were used. The mass spectra library in conjunction with AMDIS and NIST identification programs was employed for components were identification.

Research results. The study of phytosterols in *Verbena officinalis* L. identified campesterol (9.32%), stigmaterol (7.13%), γ -sitosterol (72.21%) and androst-5,15-dien-3-ol-acetate were identified (11.35%). In the volatile fraction 8 compounds were identified, with benzophenone (33.96%) and hexahydro farnesyl acetone (22.57%) being dominant.

Conclusions. The GC/MS method allowed for the qualitative and quantitative analysis of steroid and volatile compounds in *Verbena officinalis* L., identifying 4 phytosterols and 8 volatile compounds. The identified phytosterols and volatile compounds in the herb have significant implications for the production of phyto remedies and the development of raw material standardization parameters. We identified campesterol, stigmaterol, γ -sitosterol and androst-5,15-dien-3-ol-acetate in the herb *Verbena officinalis* L.

Eight volatile compounds were identified in the herb *Verbena officinalis* L. by the chromatographic-mass spectrometric method. Benzophenone and hexahydro farnesyl acetone are dominant. Steroid compounds (mg/kg) were identified and quantified: campesterol, stigmaterol, γ -sitosterol and androst-5,15-dien-3-ol-acetate.

The obtained research results will be taken into account in the further production of phyto remedies based on the medicinal *Verbena* herb, as well as in the development of raw material standardization parameters.

Keywords: phytosterols, volatile compounds, gas chromatography/mass spectrometry, quantitative content, herb, plants, raw materials, phyto remedies, BAS, *Verbena officinalis* L.

Стаття надійшла в редакцію 13.06.2024 р.
Стаття прийнята до друку 11.09.2024 р.