

УДК 615.32:582.998.16:543.544.3:543.574

<https://doi.org/10.24959/ubphj.20.288>

А. М. Москаленко, Н. В. Попова

Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України

ВИВЧЕННЯ ЛЕТКИХ СПЛУК У СИРОВИНІ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО (*HELICHRYSUM BRACTEATUM*)

Актуальність. Рослини протягом свого життєвого циклу синтезують, накопичують і виділяють у зовнішнє середовище леткі сполуки – різноманітні за структурою і хімічними властивостями речовини, що належать до різних класів. Ці речовини можуть мати насичені й ненасичені, лінійні й розгалужені ланцюги й циклічні фрагменти, а також певні функціональні групи сполук – гідроксильні, ефірні, карбоксильні та ін. Особливе місце серед летких сполук посідають речовини класу терпенів. Чимало летких речовин становлять собою певну лікувальну й комерційну цінність, що визначає насамперед перспективність фармакогностичного дослідження рослин. Наразі фармацевтична промисловість пильно потребує лікарської рослинної сировини для створення нових ефективних фітопрепаратів, тому рослини з багатого, різноманітного сировинною базою постають щонайпершим об'єктом вивчення. Такою перспективною для фармакогностичного аналізу рослиною є безсмертник приквітковий. Попередніми фітохімічними дослідженнями виявлено, що сировина безсмертника приквіткового має різноманітний склад біологічно активних речовин.

Метою нашого дослідження є вивчення складу летких сполук трави й квіток безсмертника приквіткового.

Матеріали та методи. Як об'єкт дослідження використовували подрібнену сировину безсмертника приквіткового. Вивчення летких сполук проводили на хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973 inert (Agilent Technologies, USA), газ-носій гелій.

Результати та їх обговорення. У результаті проведеного дослідження в траві безсмертника було ідентифіковано 26 летких сполук, у квітках – 39. Ідентифікацію проводили за бібліотекою мас-спектрів NIST 02, WILEY 2007 з використанням програм для ідентифікації AMDIS і NIST. Визначаючи частку кожної з ідентифікованих речовин у загальній сумі летких сполук, виявили, що основними леткими сполуками в траві безсмертника приквіткового є: н-гексадеканова кислота 44,48 %; фітол 13,71 %; 9,12-октадеканова кислота 11,21 % і декаметилтетрасилоксан 8,55 %. У квітках основними леткими сполуками є: н-гексадеканова кислота 43,83 %; 9,12-октадеканова кислота 19,52 %; метиловий естер 7,10,13-гексадекатрієнової кислоти 8,85 % і тетрадеканова кислота 6,10 %. Решта ідентифікованих сполук містяться в значно менших кількостях. Їхня частка становить: у траві – 22,05 %, у квітках – 21,70 %.

Висновки. Уперше було проведено дослідження якісного складу летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового з використанням методу газової хроматографії з мас-спектрометричним детектуванням. Результати дослідження летких сполук сировини безсмертника приквіткового, а також дані проведених раніше досліджень щодо вмісту речовин інших класів свідчать про перспективність подальшого вивчення цієї рослини для розробки нових лікарських препаратів.

Ключові слова: безсмертник приквітковий; леткі сполуки; газова хроматографія

A. Moskalenko, N. Popova

National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine

The study of volatile compounds of the raw material of immortelle (*Helichrysum bracteatum*)

Topicality. Plants during their life cycle synthesize, accumulate and release volatile compounds into the environment. Volatile compounds are substances that are heterogeneous in structure and chemical properties, and belong to different classes of compounds. These substances can have saturated and unsaturated, linear and branched chains and cyclic fragments. They can also contain various functional groups: hydroxyl, ether, carboxyl, etc. Substances of the terpenes class occupy a special place among volatile compounds. Many substances related to volatile compounds are commercially important. This fact determines the commercial value of any plant and the prospects of its pharmacognostic research. The study of the composition of volatile compounds will allow us to assess the prospects of further study of a particular plant. With the steadily increasing demand of the pharmaceutical industry for the medicinal plant raw material, and the need to search for new medicinal products based on medicinal plants, special attention should be paid to plants that have a widely represented raw material base. Immortelle (*Helichrysum Bracteatum*) is such a promising plant. The preliminary phytochemical studies have found that the raw material of immortelle has a diverse composition of biologically active substances.

Aim. To study the composition of volatile compounds of immortelle herb and flowers.

Materials and methods. As the study object the crushed raw of immortelle was used. The study of volatile compounds was performed on an Agilent 6890N/5973 inert chromatography-mass spectrometric system (Agilent Technologies, USA); the carrier gas was helium.

Results and discussion. As a result of the study conducted, 26 volatile compounds were identified in the herb of immortelle, 39 compounds in the flowers of immortelle. Identification was carried out using the mass spectra library NIST 02, WILEY 2007, as well as AMDIS and NIST identification programs. When determining the share of each of the substances identified in the total amount of volatile compounds it was found that the main volatile compounds in the herb of immortelle were *n*-hexadecanoic acid (44.48 %), phytol (13.71 %), 9,12-octadecanoic acid (11.21 %) and decamethyltetrasiloxane (8.55 %). The main volatile compounds in the flowers were *n*-hexadecanoic acid (43.83 %), 9,12-octadecanoic acid (19.52 %), the methyl ester of 7,10,13-hexadecatrienoic acid (8.85 %) and tetradecanoic acid (6.10 %). The remaining compounds identified were in significantly smaller amounts. Their share was 22.05 % in the herb, and 21.70 % in the flowers.

Conclusions. For the first time, the study of the qualitative composition of volatile compounds in the herb and flowers of immortelle has been conducted using gas chromatography with mass spectrometric detection. The results of the study of volatile compounds of the raw material of immortelle, as well as according to the studies conducted earlier on the content of substances of other classes, indicate the prospect of further research of immortelle as an object for the development of new drugs.

Key words: *immortelle; volatile compounds; gas chromatography*

А. Н. Москаленко, Н. В. Попова

Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины

Исследование летучих соединений сырья бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*)

Актуальность. Растения на протяжении своего жизненного цикла синтезируют, накапливают и выделяют во внешнюю среду летучие соединения. Летучие соединения представляют собой разнородные по структуре и химическим свойствам вещества, которые относятся к разным классам. Эти вещества могут иметь насыщенные и ненасыщенные, линейные и разветвленные цепи и циклические фрагменты. Также могут иметь различные функциональные группы: гидроксильные, эфирные, карбоксильные и др. Особое место среди летучих соединений занимают вещества класса терпенов. Многие вещества, относящиеся к летучим соединениям, являются коммерчески важными. И это определяет коммерческую ценность растения и необходимость фармакогностического исследования. Изучение состава летучих соединений позволит оценить перспективность дальнейшего изучения того или иного растения. При неуклонно возрастающей потребности фармацевтической промышленности в лекарственном растительном сырье и необходимости поиска новых лекарственных препаратов на основе лекарственных растений особое внимание необходимо уделять растениям, которые имеют широко представленную сырьевую базу. Таким перспективным растением представляется бессмертник прицветниковый. Предварительными фитохимическими исследованиями установлено, что сырье бессмертника прицветникового имеет разнообразный состав биологически активных веществ.

Целью исследования является изучение состава летучих соединений травы и цветков бессмертника прицветникового.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования использовали измельченное сырье бессмертника прицветникового. Изучение летучих соединений проводили на хромато-масс-спектрометрической системе Agilent 6890N/5973 inert (Agilent Technologies, USA), газ-носитель гелий.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенного исследования в траве бессмертника было идентифицировано 26 летучих соединений, в цветках – 39. Идентификация проводилась по библиотеке масс-спектров NIST 02, WILEY 2007, с использованием программ для идентификации AMDIS и NIST. При определении доли каждого из идентифицированных веществ в общей сумме летучих соединений было установлено, что основными летучими соединениями в траве бессмертника прицветникового являются: *n*-гексадекановая кислота 44,48 %, фитол 13,71 %, 9,12-октадекановая кислота 11,21 % и декаметилтетрасилоксан 8,55 %. В цветках основными летучими соединениями являются: *n*-гексадекановая кислота 43,83 %, 9,12-октадекановая кислота 19,52 %, метиловый эфир 7,10,13-гексадекатриеновой кислоты 8,85 % и тетрадекановая кислота 6,10 %. Остальные идентифицированные соединения содержатся в значительно меньших количествах. Доля их составляет: в траве – 22,05 %, в цветках – 21,70 %.

Выводы. Впервые было проведено исследование качественного состава летучих соединений в траве и цветках бессмертника прицветникового с использованием метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Результаты исследования летучих соединений сырья бессмертника прицветникового, а также данные исследований, проведенных ранее, на содержание веществ других классов, свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения бессмертника прицветникового для разработки новых лекарственных препаратов.

Ключевые слова: *бессмертник прицветниковый; летучие соединения; газовая хроматография*

ВСТУП

Рослини протягом свого життєвого циклу синтезують, накопичують і виділяють у зовнішнє середовище леткі сполуки. Леткі речовини мають важливе значення для життєдіяльності рослини, оскільки беруть участь у синтезі речовин інших класів, постаючи медіаторами різноманітних процесів [1]. Леткі сполуки – це складні суміші різнорідних за структурою і хімічними властивостями речовин, як правило, низько-

молекулярних, що мають насичені й ненасичені, лінійні й розгалужені ланцюги й циклічні фрагменти, а також різні функціональні групи – гідроксильні, ефірні, карбоксильні тощо. Особливе місце серед летких сполук посідають речовини класу терпенів.

Багато речовин, що їх покваліфікують як леткі, є комерційно значущими. Нерідко наявність цих речовин і їхня кількість визначає комерційну цінність рослини й перспективність фармакогностического

дослідження. Леткі сполуки широко використовують у харчовій промисловості, сільському господарстві, фармації та в хімічному виробництві.

Основною проблемою для вивчення летких сполук є їхня висока лабільність поза тканинами рослин. Під час вилучення з рослинної сировини та прободготовки вони легко зазнають різних хімічних перетворень, у результаті чого в досліджуваній пробі присутні речовини, яких не було в первинній витяжці. Крім цього, потрібно враховувати той факт, що результати дослідження летких сполук, проведеного відразу після збирання рослини, будуть відрізнятися від результатів аналізу висушеної сировини, позаяк у процесі зберігання та транспортування відбуваються хімічні зміни цих речовин [2].

На сучасному етапі розвитку методів дослідження летких сполук у лікарській рослинній сировині найбільш оптимальним методом є газова хроматографія.

Визначення якісного складу і відносних кількостей летких сполук постає важливою частиною комплексного фармакогностичного дослідження будь-якої лікарської рослини. Вивчення складу летких сполук дозволить оцінити перспективність подальшого вивчення тієї чи іншої рослини – спрогнозувати як наявність речовин інших класів, так і ймовірну фармакологічну активність, а отже, і можливість створення на основі досліджуваної сировини лікарських препаратів та дієтичних добавок. За стабільно пильної потреби фармацевтичної промисловості в лікарській рослинній сировині й необхідності пошуку нових фітопрепаратів особливу увагу варто приділяти рослинам, що мають широко представлену сировинну базу. Вивчення таких рослин є перспективним як з погляду запитів медицини в нових ефективних лікарських препаратах, так і з погляду комерційної вигоди.

Такою перспективною рослиною є безсмертник приквітковий (*Helichrysum bracteatum*). Це багаторічна трав'яниста рослина родини айстрових (*Asteraceae*), роду цмин (*Helichrysum*). Природний ареал цієї рослини – Австралія, де безсмертник приквітковий подібуваний практично по всій території континентальної частини материка. Завдяки властивості зберігати колір суцвіть під час висушування рослину широко використовують для створення квіткових композицій у флористиці [3], застосовують для озеленення території та створення елементів ландшафтного дизайну. Безсмертник приквітковий широко культивують у більшості країн Європейського Союзу, а також в Україні. За культивування, як правило, безсмертник вирощують як однорічну рослину. Безсмертник приквітковий є об'єктом селекції, основною метою якої постає створення нових сортів із різноманітним забарвленням квіток. Найбільш поширеними сортами рослини є: Фаербаль, Віолет, Вайт, Слоу, Дабл Мікст, Анвінс Самер Спектрум, а в Україні створено сорти Сомбреро, Сафарі і Мореско.

Попередніми фітохімічними дослідженнями доведено, що сировина безсмертника приквіткового

має різноманітний склад біологічно активних речовин. Було виявлено флавоноїди, флавоноглікозиди, гідроксикоричні кислоти. Ідентифіковано 15 фенольних похідних, зокрема кавову та хлорогенову кислоти, похідні лютеоліну (O- і C-глікозиди), а також аурони та їх глікозиди [4]. Крім того, вивчено мінеральний склад рослини. Трава і квітки містять 5 макро- та 10 мікроелементів, з-поміж яких: натрій, кальцій, калій, магній, фосфор, залізо [5]. Безсмертник приквітковий має різноманітний амінокислотний склад. Виявлено 16 амінокислот, серед яких 7 незамінних (треонін, валін, метіонін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, лізин) і 9 замінних (аспарагінова кислота, аланін, гліцин, глютамінова кислота, пролін, серин, аргінін, гістидин, тирозин) [6]. У результаті проведених досліджень щодо наявності жирних кислот у безсмертнику приквітковому виявлено ненасичені ліолева й α -ліолева кислоти, а також насичені пальмітинова, стеаринова, арахінова, бегенова, лігноцерінова, лауроолеїнова, церотинова, капронова та лауринова жирні кислоти [7]. Дослідження водного екстракту трави безсмертника приквіткового засвідчили виражену антиоксидантну активність, що її визначали методом хемілюмінесценції [8].

За результатами попередніх фітохімічних досліджень, а також з огляду на велику сировинну базу та простоту вирощування, можна констатувати, що безсмертник приквітковий є перспективною рослиною для поглибленого фітохімічного вивчення і створення нових лікарських засобів та дієтичних добавок на його основі.

Метою дослідження є вивчення складу летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) з використанням методу газової хроматографії з мас-детекцією.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Як об'єкт дослідження було обрано квітки й траву безсмертника приквіткового, заготовлені в період цвітіння на фармакопейній ділянці ботанічного саду НФаУ (2018 р). Після збирання сировину сушили, доводили до стандартного стану згідно із загальними вимогами GACP [9].

Рослинну сировину (5-10 г) перетирають до порошокподібного стану. Додають 300 мл води та переганяють з оберненим холодильником за температури 100 °C впродовж 3 годин. Відігнані води екстрагують дихлорметаном. Екстракт упарюють до 100-200 мкл в потоці азоту. Аналіз проводили на хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973 inert (Agilent Technologies, USA). Колонка капілярна HP-5MS, довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,25 мм, товщина нерухомої фази 0,25 мкм. Розділення здійснювали в градієнтному режимі. Початкову температуру 50 °C витримували впродовж 5 хв з наступним градієнтом 4 °C/хв до 220 °C; градієнт 10 °C до 300 °C витримували впродовж 10 хв. Газ-носії гелій, швидкість потоку через колонку 1,0 мл/хв. Температура випаровувача

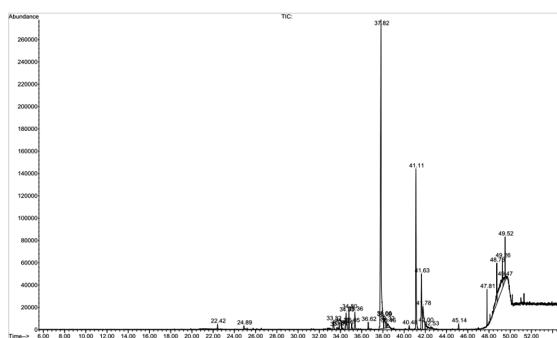


Рис. 1. Хроматограма, отримана в результаті визначення летких сполук у траві безсмертника приквіткового

300 °C, режим введення проби з поділом потоку (split) з коефіцієнтом 1 : 50, об'єм інжекції 2 мкл. Ідентифікацію компонентів досліджуваних проб проводили з використанням бібліотеки мас-спектрів NIST 02, WILEY 2007, NIST 02 та програм для ідентифікації AMDIS і NIST [10, 11].

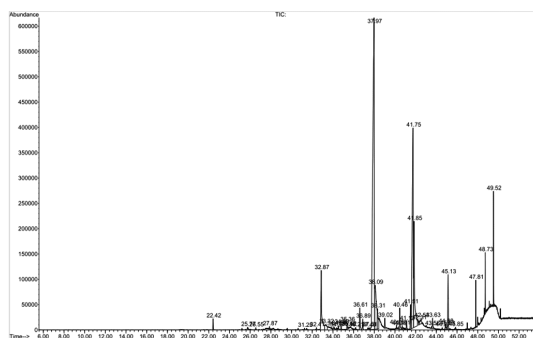


Рис. 2. Хроматограма, отримана в результаті визначення летких сполук у квітках безсмертника приквіткового

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Хроматограми, отримані в результаті дослідження летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового, подано на рис. 1, 2.

На хроматограмах, зображених вище, відбито якісний склад та частку кожної речовини в загальній

Таблиця 1

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ЛЕТКИХ СПОЛУК У ТРАВІ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО

Номер з/п	Назва речовини	Час утримання	Частка вмісту від загальної кількості летких сполук, %
1	1Н-Циклопропеазулен, 1a,2,3,4,4a,5,6,7b-октагідро-1,1,4,7-тетраметил-, [1aR-(1a.α.,4α.,4a.β.,7b.α)]	22,4173	0,329
2	2-Метил-5-нітро-2Н-індазол	24,8941	0,4072
3	5-(бензоїлокси)-Пентанал	33,32	1,1802
4	Циклопентан, бутил	33,6647	0,1868
5	Бензойна кислота, 2-метилпропиловий естер	33,8818	0,2695
6	Бензойна кислота, бутиловий естер	34,1116	0,5806
7	N, N-диметил-2-Піразинамін	34,4563	0,2392
8	Бензойна кислота, гептиловий естер	34,5329	2,0913
9	2-Пентадеканон, 6,10,14-триметил-	34,7946	1,6078
10	2-Амінобензиловий спирт	35,0563	0,6113
11	Біс (2-метилпропиловий) естер 1,2-бензендикарбоксилової кислоти	35,3627	1,6031
12	(-) -цис-Міртаніла ацетат	36,6138	0,6744
13	н-Гексадеканова кислота	37,8203	41,2933
14	Тетрадеканова кислота	38,0564	0,6069
15	н-Гексадеканова кислота	38,0947	2,3866
16	Естра-1,3,5(10) -трієн-17.β.-ол	38,3182	0,5984
17	н-Гексадеканова кислота	38,4586	0,7989
18	2-аміно-Циклопентанеметанамін, 2-аміно-	40,4821	0,3827
19	Фітол	41,1140	13,7125
20	9,12-Октадеканова кислота	41,6311	6,0554
21	9,12-Октадеканова кислота	41,7779	5,1574
22	1-Метил-2-метилециклогексан	41,995	1,066
23	1,6;3,4-Діангідро-2-деокси-. β-d-ліксо-гексопіраноза	42,5248	0,2074
24	Октакозан	45,1355	0,434
25	Ейкозан	47,8101	1,113
26	Бенз[b]-1,4-оксазепін-4(5H) -тіон, 2,3-дигідро-2,8-диметил-	48,7293	4,5161
27	декаметил-тетрасилоксан	49,2591	8,5503
28	Метилтрис(триметилсилокси)силан	49,4698	1,5111
29	4-феніл-Піридо[2,3-d]піримідина	49,5209	1,8295

Таблиця 2

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ЛЕТКИХ СПОЛУК У КВІТКАХ БЕЗСМЕРТНИКА ПРИКВІТКОВОГО

Номер з/п	Назва речовини	Час утримання	Частка вмісту від загальної кількості летких сполук, %
1	1Н-Циклопропеазулен, 1а,2,3,4,4а,5,6,7b-октагідро-1,1,4,7-тетраметил-, [1aR-(1a.α.,4α.,4a.β.,7b.α)]	22,4174	0,3939
2	Фенол, 3,5-біс(1,1-диметилетил) -	25,7686	0,2079
3	Дисульфід ди-трет-додецил	26,5474	0,094
4	Декагідро-4а-метил-1-метилен-7-(1-метилетиліден) -, 4aR-транс нафталін	27,8687	0,1044
5	3-Етил-3-метилгептан	31,2519	0,0703
6	Дисульфід ди-трет-додецил	32,4136	0,0859
7	Тетрадеканова кислота	32,8732	4,9574
8	Тетрадеканова кислота	33,3265	0,9801
9	Бромоцтова кислота, додециловий естер	34,0988	0,3028
10	Ізопропілмірикат	34,3669	0,0873
11	Бензойна кислота, октиловий естер	34,5393	0,2258
12	2-Пентадеканон, 6,10,14-триметил	34,801	0,2131
13	Біс (2-метилпропиловий) естер 1,2-бензендикарбоксилової кислоти	35,3627	0,3457
14	Тетрадеканова кислота	35,4585	0,0720
15	Тетрадеканова кислота	35,5159	0,0934
16	2-Гептанон, 6-метил-	36,2117	0,1200
17	2,6-Диметилбіцикло[3.2.1]октан	36,6075	1,1318
18	Оксациклогептадек-8-ен-2	36,8883	0,5029
19	Циклопентан	37,399	0,1577
20	Етин, фтор	37,5075	0,095
21	н-Гексадеканова кислота	37,9735	40,4554
22	н-Гексадеканова кислота	38,0884	6,6557
23	н-Гексадеканова кислота	38,3118	1,7201
24	Октодеканал	39,0204	0,4910
25	D-Манофуранозид, 1-С-(2-оксогексил)	40,1502	0,1287
26	Бромоцтова кислота, гексадециловий естер	40,3864	0,128
27	Циклогексадекан	40,463	1,2074
28	(R)-(-)-14-Метил-8-гексадецин-1-ол	40,7119	0,1602
29	Фітол	41,1205	0,4234
30	3-(Бут-3-еніл) -циклогексанон	41,5099	1,3028
31	9,12-Октадекадієнова кислота	41,746	19,5241
32	7,10,13-Гексадекатрієнова кислота, метиловий естер	41,8482	8,8464
33	Децил сульфід	42,3077	0,269
34	Z, Z-10,12-Гексадекадієн-1-ол ацетат	42,5312	0,5698
35	1-Гептадецин	43,5589	0,1082
36	Циклогексан, (3,3-диметилпентил)	43,6355	0,5901
37	2Н-1-Бензопіран-3-карбонітрил, 4-метил-2-оксо	44,5738	0,0880
38	1-гексадеканол	44,8802	0,3115
39	6,7-Дигідро-2-метиламіно-4Н-оксазол[3,2-а]-1,3,5-триазин-4	45,0271	0,1652
40	Трикозан	45,1356	2,4109
41	1-Азабіцикло[2.2.2]октан-3	45,8505	0,1402
42	Тетраконтан	47,8102	0,8254
43	Гептакозан	48,7294	1,0503
44	Нонакозан	49,5209	2,1866

кількості суми летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового.

У результаті дослідження в траві було ідентифіковано 26 летких сполук, а в квітках – 39 сполук.

При цьому склад летких сполук досить різноманітний. Зведені результати аналізу летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового подано в табл. 1 і 2.

ВИСНОВКИ

1. Уперше було проведено дослідження якісного складу та вмісту летких сполук у траві й квітках безсмертника приквіткового за допомогою методу газової хроматографії з мас-спектрометричним детектуванням. Визначено частку кожної ідентифікованої речовини в загальній сумі летких сполук.
2. У результаті проведеного дослідження в траві безсмертника було ідентифіковано 26 летких сполук, у квітках – 39. При цьому деякі речовини, а саме: н-гексадеканова кислота, 9,12-октадеканова кислота, тетрадеканова кислота – на хроматограмах показали різний час утримання. Ідентифікацію проведено за бібліотекою мас-спектрів NIST 02, WILEY 2007 з використанням програм для ідентифікації AMDIS і NIST.
3. У результаті визначення частки кожної з ідентифікованих речовин у загальній сумі летких спо-

лук було отримано дані, що домінують леткими сполуками в траві безсмертника приквіткового є: н-гексадеканова кислота 44,48 %; фітол 13,71 %; 9,12-октадеканова кислота 11,21 % і декаметил тетрасилоксан 8,55 %. У квітках основними леткими сполуками є: н-гексадеканова кислота 48,83 %; 9,12-октадеканова кислота 19,52 %; метиловий естер 7,10,13-гексадекатрієнової кислоти 8,85 % і тетрадеканова кислота 6,10 %. Решта ідентифікованих сполук містяться в значно менших кількостях.

4. Отримані результати дослідження летких сполук сировини безсмертника приквіткового, а також дані проведених раніше досліджень речовин інших класів свідчать про перспективність цієї рослини як об'єкта для розробки нових лікарських препаратів і дієтичних добавок.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Bolhmann J., Keeling C. I. Terpenoid biomaterials. *The Plant Journal*. 2008. Vol. 54, Iss. 4. P. 656–669. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03449.x>.
2. Bicchi C., Cagliero C., Rubiolo P. New trends in the analysis of the volatile fraction matrices of vegetable origin : a short overview : a review. *Flavour and Fragrance Journal*. 2011. Vol. 26, Iss. 5. P. 321–325. DOI: <https://doi.org/10.1002/ffj.2059>.
3. Gardner C. A. *Wildflowers of Western Australia*. 17th ed. Perth, Western Australia : St. GeorgBooks, 1990. 144 p.
4. Исследования фенольных соединений травы бессмертника прицветникового / А. Н. Москаленко, Н. В. Попова, В. И. Литвиненко. *Фенольные соединения : свойства, активность, инновации* : сб. науч. ст. по мат. X Междунар. симпоз. «Фенольные соединения : фундаментальные и прикладные аспекты», Москва, 14-19 мая, 2018 г. Москва : ИФР РАН, 2018. С. 335–339. URL: <http://biophenols.ru/2018/FenSympMoscow2018-Sbornik-tom1.pdf>.
5. Москаленко А. М., Попова Н. В. Дослідження мінерального складу сировини безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*). *Український біофармацевтичний журнал*. 2018. № 1 (54). С. 72–76. DOI: [10.24959/ubphj.18.160](https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160).
6. Москаленко А. М., Попова Н. В., Гладух Е. В. Изучение аминокислотного состава сырья бессмертника прицветникового (*Helichrysum bracteatum*). *East European Scientific Journal*. 2018. № 5 (33). P. 49–55. URL: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_33_2.pdf.
7. Москаленко А. М., Попова Н. В. Дослідження складу жирних кислот безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*). *Український біофармацевтичний журнал*. 2018. № 4 (57). С. 64–68. DOI: [10.24959/ubphj.18.187](https://doi.org/10.24959/ubphj.18.187).
8. Фенольні сполуки та антиоксидантна активність безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*) / А. М. Москаленко та ін. *Український біофармацевтичний журнал*. 2019. № 2 (59). С. 76–80. DOI: <https://doi.org/10.24959/ubphj.19.213>.
9. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. *World Health Organization*. 2003. 72 p. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42783/9241546271.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
10. Цуркан О. О., Ковальчук Т. В., Гергель О. В. Хромато-мас-спектрометричне дослідження летких компонентів надземної частини шовковиці. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2012. № 1 (26). С. 54–59. URL: http://ru.ift.org.ua/webfm_send/7.
11. Черногород Л. Б., Виноградов Б. А. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea*, содержащие фразанол. *Растительные ресурсы*. 2006. Т. 42, № 2. С. 61–68. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9186868>.

REFERENCES

1. Bolhmann, J., Keeling, C. I. (2008). Terpenoid biomaterials. *The Plant Journal*, 4 (54), 656–669. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03449.x>.
2. Bicchi, C., Cagliero, C., Rubiolo, P. (2011). New trends in the analysis of the volatile fraction matrices of vegetable origin: a short overview. *Flavour and Fragrance Journal*, 5 (26), 321–325. doi: <https://doi.org/10.1002/ffj.2059>.
3. Gardner, C. A. (1990). *Wildflowers of Western Australia*. (17th ed.). Perth, Western Australia: St. GeorgBooks, 144.
4. Moskalenko, A. N., Popova, N. V., Litvinenko, V. I. (2018). Proceeding from Fenolnye soedineniia: svoistva, aktivnost, innovatsii: sb. nauch. st. po mat. X Mezhdunar. simpoz. «Fenolnye soedineniia: fundamentalnye i prikladnye aspekty» (14-19 maia, 2018 g.). (pp. 335–339). Moscow: IFR RAN. Available at: <http://biophenols.ru/2018/FenSympMoscow2018-Sbornik-tom1.pdf>.
5. Moskalenko, A. M., Popova, N. V. (2018). *Ukrainskyi biofarmatsevtichnyi zhurnal*, 1 (54), 72–76. doi: [10.24959/ubphj.18.160](https://doi.org/10.24959/ubphj.18.160).
6. Moskalenko, A. M., Popova, N. V., Gladukh, E. V. (2018). *East European Scientific Journal*, 5 (33), 49–55. Available at: https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/EESA_33_2.pdf.
7. Moskalenko, A. M., Popova, N. V. (2018). *Ukrainskyi biofarmatsevtichnyi zhurnal*, 4 (57), 64–68. doi: [10.24959/ubphj.18.187](https://doi.org/10.24959/ubphj.18.187).
8. Moskalenko, A. M., Popova, N. V., Blazheevsky, N. E., Bondarenko, N. Yu. (2019). *Ukrainskyi biofarmatsevtichnyi zhurnal*, 2 (59), 76–80. doi: <https://doi.org/10.24959/ubphj.19.213>.
9. World Health Organization. (2003). *WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants*. Geneva, 72. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42783/9241546271.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
10. Tsurkan, O. O., Kovalchuk, T. V., Herhel, O. V. (2012). *Farmakolohiia ta likarska toksykolohiia*, 1 (26), 54–59. Available at: http://ru.ift.org.ua/webfm_send/7.
11. Chernogorod, L. B., Vinogradov, B. A. (2006). *Rastitelnye resursy*, 42 (2), 61–68. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9186868>.

Відомості про авторів:

Москаленко А. М., аспірант кафедри хімії природних сполук і нутриціології, Національний фармацевтичний університет

Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., докторка фарм. наук, професорка кафедри хімії природних сполук і нутриціології, Національний фармацевтичний університет Міністерства охорони здоров'я України. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Information about authors:

Moskalenko A., postgraduate student of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutritiology, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine. E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Popova N., Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), professor of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Nutritiology.

National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua, nutriciologia@rambler.ru.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Сведения об авторах:

Москаленко А. Н., аспирант кафедры химии природных соединений и нутрициологии, Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: anmosk2002@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3110-6831>

Попова Н. В., доктор фарм. наук, профессор кафедры химии природных соединений и нутрициологии,

Национальный фармацевтический университет Министерства здравоохранения Украины. E-mail: bromatology@nuph.edu.ua,

nutriciologia@rambler.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2010-8310>

Надійшла до редакції 22.10.2020 р.