



Дослідження біологічно активних речовин леткої фракції вегетативних органів лохини високорослої

О. О. Стремоухов ^{ID}*B,C,D, О. М. Кошовий ^{ID}A,E,F, М. А. Комісаренко ^{ID}B,C

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Україна посіла друге місце у світі після Перу за темпами закладання нових плантацій лохини. Експерти оцінюють, що в Україні у 2018 р. відведено під нові плантації лохини від 0,7 тис. до 1,0 тис. гектарів. За останні 12 років лохина з маловідомого продукту перетворилася в одну з основних ягідних культур. У структурі комерційних площ лохина – на 3 місці після чорної смородини та суниці садової (полуниці). На першому місці за площами під лохиною в Україні – Житомирська область, далі – Волинська та Київська області. Експорт лохини з України може зрости до 20 тис. тонн через 5 років.

Лохину вважають багатим джерелом біологічно активних речовин для фармацевтичного та медичного застосування, тому її дослідження – перспективний напрям фармацевтичної науки. В Україні немає жодного вітчизняного стандартизованого монопрепарату з лохини високорослої, є тільки дієтичні та функціональні добавки іноземного виробництва. За кордоном препарати з плодів лохини застосовують для поліпшення зору та як в'яжучі засоби при колітах, ентероколітах і діареях. Отже, розроблення вітчизняних стандартизованих лікарських засобів на основі сировини з лохини високорослої – актуальне завдання сучасної фармації.

Мета роботи – вивчити фітохімічний профіль леткої фракції вегетативних органів (листя, стебел і плодів) лохини високорослої.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – листя, плоди та стебла лохини високорослої (*Vaccinium corymbosum* L.), в яких методом хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973 дослідили склад компонентів леткої фракції.

Результати. Методом хромато-мас-спектрометрії у складі летких фракцій листя, плодів і стебел лохини високорослої виявили 65 речовин. У листі лохини високорослої визначили 49 речовин: 36 сполук терпенової природи, 13 органічних кислот, 2 сполуки не ідентифікували. У плодах лохини високорослої виявили 47 речовин: 36 сполук терпенової природи, 14 органічних кислот, 3 не ідентифіковані. У складі стебел лохини високорослої виявили 50 речовин: 33 сполуки терпенової природи, 14 органічних кислот, одна не ідентифікована.

Висновки. У результаті фітохімічних досліджень уперше встановили компонентний склад летких фракцій листя, стебел і плодів лохини високорослої флори України. Ідентифікували та встановили вміст 65 речовин, з-поміж них 14 органічних кислот і 39 сполук терпенової природи.

Ключові слова: лохина високоросла, листя, стебла, фрукт, хромато-мас-спектрометрія, терпеноїди.

Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2021. Т. 14, № 2(36). С. 185–193

Research in biologically active substances of the volatile fraction from Highbush blueberry vegetative organs

O. O. Stremoukhov, O. M. Koshoviy, M. A. Komisarenko

Ukraine ranked second in the world after Peru in the pace of laying new Highbush blueberry plantations. Experts estimate that in 2018, in Ukraine, from 0.7 thousand hectares to 1.0 thousand hectares of new Highbush blueberry plantations were laid. Over the past 12 years, previously little-known product, Highbush blueberries have become one of the main berry crops. At present, commercial plantations blueberries take the 3rd place after black currants and strawberries. Zhytomyr region boasts the biggest areas planted with Highbush blueberries in Ukraine, followed by Volyn and Kyiv. According to estimates, the export of blueberries from Ukraine may increase to 20 thousand tons in 5 years.

In addition to the use of Highbush blueberries in the food industry, they are a promising source of BAS for pharmaceutical and medical use, so their study is a promising area of pharmaceutical science. In Ukraine, there are no domestic standardized medicines manufactured

ARTICLE INFO



<http://pharmed.zsmu.edu.ua/article/view/229004>

UDC 615.076:615.322:581.45:581.8

DOI: [10.14739/2409-2932.2021.2.229004](https://doi.org/10.14739/2409-2932.2021.2.229004)

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2021; 14 (2), 185–193

Key words: Highbush blueberry, leaves, stems, fruit, chromato-mass spectrometry, terpenoids.

*E-mail: gnosy@nuph.edu.ua

Received: 13.04.2021 // Revised: 28.04.2021 // Accepted: 06.05.2021

from Highbush blueberries, and there are only foreign dietary and functional supplements. Abroad, Highbush blueberry medicines are used to improve vision and as astringents for colitis, enterocolitis and diarrhoea. In this regard, the development of domestic standardized medicines based on Highbush blueberries raw materials is an urgent task for modern pharmacy.

The aim of the research was to study the phytochemical profile of the volatile fraction of Highbush blueberry vegetative organs (leaves, stems and fruits).

Materials and methods. The objects of research were the leaves, fruits and stems of Highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), in which the composition of the the volatile fraction components was studied by chromato-mass spectrometry on a gas chromatograph Agilent Technologies 6890 with a mass spectrometric detector 5973.

Results. Chromato-mass spectrometry in the composition of volatile fractions of leaves, fruits and stems of Highbush blueberries revealed 65 substances. 49 substances were identified in the Highbush blueberry leaves, of which 36 substances of terpene nature, 13 organic acids, and 2 compounds were not identified. In the Highbush blueberries fruits, 47 substances were found, of which 36 substances are of terpene nature, 14 are organic acids and 3 were not identified. In the Highbush blueberries stems, 50 substances were found, of which 33 substances are of terpene nature, 14 are organic acids and one was not identified.

Conclusions. As a result of phytochemical studies, it is for the first time that the component composition of volatile fractions of leaves, stems and fruits of Highbush blueberries from the flora of Ukraine was established. The content of 65 substances was identified and established, including 14 organic acids and 39 terpene compounds.

Key words: Highbush blueberry, leaves, stems, fruit, chromato-mass spectrometry, terpenoids.

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2021; 14 (2), 185–193

Исследование биологически активных веществ летучей фракции вегетативных органов голубики высокорослой

А. А. Стремоухов, О. Н. Кошевой, Н. А. Комиссаренко

Украина вышла на второе место в мире после Перу по темпам закладки новых плантаций голубики. Эксперты оценивают, что в Украине в 2018 г. было заложено от 0,7 тыс. га до 1,0 тыс. га новых плантаций голубики. За последние 12 лет голубика из малоизвестного продукта превратилась в одну из основных ягодных культур. В структуре коммерческих площадей голубика занимает 3 место после черной смородины и земляники садовой (клубники). На первом месте по площадям под голубикой в Украине находится Житомирская область, затем следуют Волынская и Киевская области. Экспорт голубики из Украины может вырасти до 20 тыс. тонн через 5 лет.

Голубика является перспективным источником биологически активных веществ для фармацевтического и медицинского применения, поэтому её исследование – многообещающее направление фармацевтической науки. В Украине нет ни одного отечественного стандартизированного препарата из голубики высокорослой, есть только диетические и функциональные добавки иностранного производства. За рубежом препараты из плодов голубики применяют для улучшения зрения и как вяжущее средство при колитах, энтероколитах и диареях. В связи с этим, разработка отечественных стандартизированных лекарственных средств на основе сырья из голубики высокорослой – актуальная задача современной фармации.

Цель работы – изучить фитохимический профиль летучей фракции вегетативных органов (листья, стебли и плоды) голубики высокорослой.

Материалы и методы. Объекты исследований – листья, плоды и стебли голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.), в которых методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973 исследован состав компонентов летучей фракции.

Результаты. Методом хромато-масс-спектрометрии в составе летучих фракций листьев, плодов и стеблей голубики высокорослой установили 65 веществ. В листьях голубики высокорослой определили 49 веществ: 36 соединений терпеновой природы, 13 органических кислот, 2 соединения не идентифицированы. В плодах голубики высокорослой установлены 47 веществ: 36 соединений терпеновой природы, 14 органических кислот, 3 не идентифицированы. В составе стеблей голубики высокорослой установили 50 веществ: 33 соединения терпеновой природы, 14 органических кислот, одно вещество не идентифицировано.

Выводы. В результате фитохимических исследований впервые установлен компонентный состав летучих фракций листьев, стеблей и плодов голубики высокорослой флоры Украины. Идентифицировали и установили содержание 65 веществ, среди которых 14 органических кислот и 39 соединений терпеновой природы.

Ключевые слова: голубика высокорослая, листья, стебли, фрукт, хромато-масс-спектрометрия, терпеноиды.

Актуальные вопросы фармацевтической и медицинской науки и практики. 2021. Т. 14, № 2(36). С. 185–193

Україна посіла друге місце у світі після Перу за темпами закладання нових плантацій лохини. Експерти оцінюють, що в Україні у 2018 р. відвели під нові плантації лохини від 0,7 тис. до 1,0 тис. гектарів. За останні 12 років ця рослина з маловідомого продукту перетворилася в одну з головних ягідних культур. У структурі комерційних площ лохина – на 3 місці після чорної смородини та суниці

садової (полуниці). На першому місці за площами під лохиною в Україні – Житомирська область, далі – Волинська та Київська області. Експорт лохини з України може зрости до 20 тис. тонн через 5 років [1].

Плоди чорниці (*Vaccinium corymbosum fructus*) широко застосовують у медицині, фармації, харчовій промисловості [2–4]. З плодів виготовляють соки, компоти, вина,

варення, желе, муси. Використовують свіжі, заморожені або сушені плоди [5]. Листя та сухофрукти придатні для приготування чаю [6].

Крім того, лохина – багате джерело біологічно активних речовин (БАР) для фармацевтичного та медичного застосування, а отже дослідження цієї рослини є перспективним напрямом фармацевтичної науки.

В Україні немає жодного вітчизняного стандартизованого монопрепарату з лохини високорослої, на ринку є тільки дієтичні та функціональні добавки імпортного виробництва [7,8]. Засіб Голубітокс – концентрат, що виготовлений із плодів, листя лохини [5,9]. Відвар листя лохини в народній медицині використовують при діабеті, хворобах серця, анемії, ентеритах, гастритах і як проносний засіб. За кордоном використовують препарати з екстрактами плодів лохини, які застосовують для поліпшення зору [5,10]. Відвари з плодів лохини використовують як в'яжучий засіб при колітах, ентероколітах, діареях. В'яжуча дія зумовлена дубильними речовинами та флавоноїдами [5,11].

Отже, розроблення вітчизняних стандартизованих лікарських засобів на основі сировини лохини високорослої – актуальне завдання сучасної фармації.

Мета роботи

Вивчити фітохімічний профіль леткої фракції вегетативних органів (листя, стебел і плодів) лохини високорослої.

Матеріали і методи дослідження

Об'єкти дослідження – листя, плоди та стебла *V. corymbosum* L., які зібрали в садовому центрі «Садко» (Київська область).

Проби лікарської рослинної сировини для аналізу брали відповідно до вимог ДФУ 2.0, 2.8.20 [12]. Розмір первинної проби зменшують шляхом квартування, що дає змогу отримати гомогенний зразок, переконуючись у тому, що кожна відібрана порція залишається репрезентативною для всієї проби. Повторюють процедуру квартування, доки для мінімальної кількості, що залишилася, буде не більше ніж 250 г.

Ефірну олію з сировини отримували за методом, який дає змогу виділити її з невеликої кількості рослинної сировини [13,14]. Для відгону використали віали Agilent на 22 мл (part number 5183-4536) із відкритими кришками та силіконовим ущільненням. У віалу поміщали 2,0–3,0 г (точна наважка) сировини лохини високорослої, додавали воду очищену до половини об'єму. Віалу закривали та кип'ятили з повітряним холодильником протягом години. Для запобігання втрагати леткої фракції мікрокількості, що адсорбовані на внутрішній поверхні холодильника, змивали двічі 1–2 мл петролейного ефіру; змиви збирали у віалу. Проба, яку брали для аналізу, становила 0,001 мл.

Аналіз леткої фракції виконали на газовому хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973 із використанням колонки HP-5

завдовжки 30 м, внутрішній діаметр 0,25 мм за таких умов: температура термостата – від 50 °C до 250 °C (швидкість зміни – 4 °C/хв); температура інжектора – 250 °C; газ-носії – гелій, швидкість потоку – 1 мл/хв; перенесення від ГХ до МС прогрівалося до 230 °C; температура джерела – 200 °C; електрона іонізація виконана при 70 eV у ранжуванні мас m/z 29 до 450. Ідентифікацію здійснили на основі порівняння отриманих мас-спектрів із даними бібліотеки NIST05-WILEY (майже 500000 мас-спектрів). Індокси утримання компонентів розраховували за результатами контрольних аналізів речовин із додаванням суміші нормальних алканів (C10-C18). Концентрацію терпенів визначали за сумою всіх площ піків на хроматограмі порівняно зі стандартом *n*-деканом [15–17].

Результати

Визначення якісного складу та кількісного вмісту леткої фракції сировини лохини високорослої наведені в таблиці 1 та на рис. 1–3.

Обговорення

Методом хромато-мас-спектрометрії встановили 65 речовин, тільки 6 не ідентифікували (табл. 1,2; рис. 4). Результати досліджень якісного складу та кількісного вмісту речовин летких фракцій у вегетативних органах лохини високорослої показали, що найбільше їх у стеблах рослини – 1315 мг/кг. Листя та плоди лохини високорослої містили у 4,1 та 2,7 раза відповідно менше летучих компонентів, ніж стебла.

У складі леткої фракції листя лохини високорослої виявили 49 речовин, 2 не ідентифікували, 3 речовини характерні для листя лохини, їх можна використовувати як маркери: 4-метилбензальдегід; 4-(2,6,6-триметилциклогекс-1,5-дієніл)бут-3-єн-2-он, 6-метилгепта-3,5-дієн-2-он. Речовини оцименол, дек-2-єналь, 4-вініл-2-метоксифенол, 3-(2,6,6-триметилциклогекс-1-єніл)проп-2-єналь, 1-(1,1-диметил-2,3-дигідро-1-Н-інден-4-іл)етанол, 4-(2,6,6-триметилциклогекс-1,3-дієніл)бут-3-єн-2-он характерні тільки для листя та стебел лохини. Речовина *n*-мент4(8)-єн-9-ол та 4-(2,2,6-триметилбіцикло[4,1,0]-гепт-1-іл)бутан-2-он притаманна для листя та плодів рослини.

У складі леткої фракції плодів лохини високорослої виявили 47 речовин, 3 не ідентифікували. Для плодів характерні 5 речовин: 2-метилкапринат, 1-(2,6,6-триметилциклогекс-2-єніл)ацетон, гексадекан, гераніол, 1-бутилциклогекс-2-єн-1-ол.

У складі леткої фракції стебла лохини високорослої виявили 50 речовин, одну не ідентифікували. Для стебел характерні 6 речовин: 4-(2,6,6-триметилциклогекс-1,3-дієніл)пент-3-єн-2-ол, 2-етилкапронат, похідна 1-(1,1-диметил-2,3-дигідро-1-Н-інден-4-іл)етанол, метилолеат, метиллінолеат і метилліноленоат.

Досліджуючи летку фракцію вегетативних органів лохини високорослої, в листі виявили 36 речовин

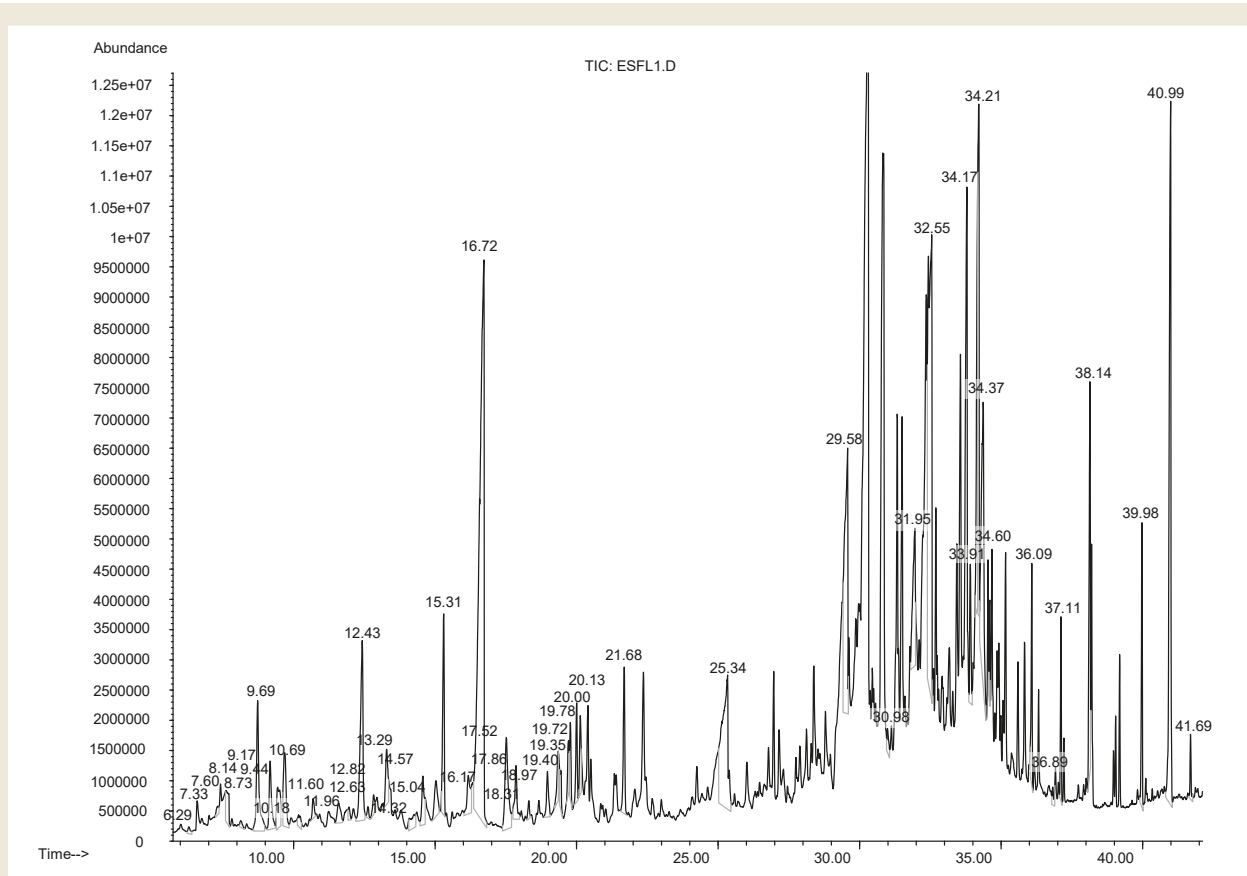


Рис. 1. Типова хроматограма леткої фракції листа лохини високорослої.

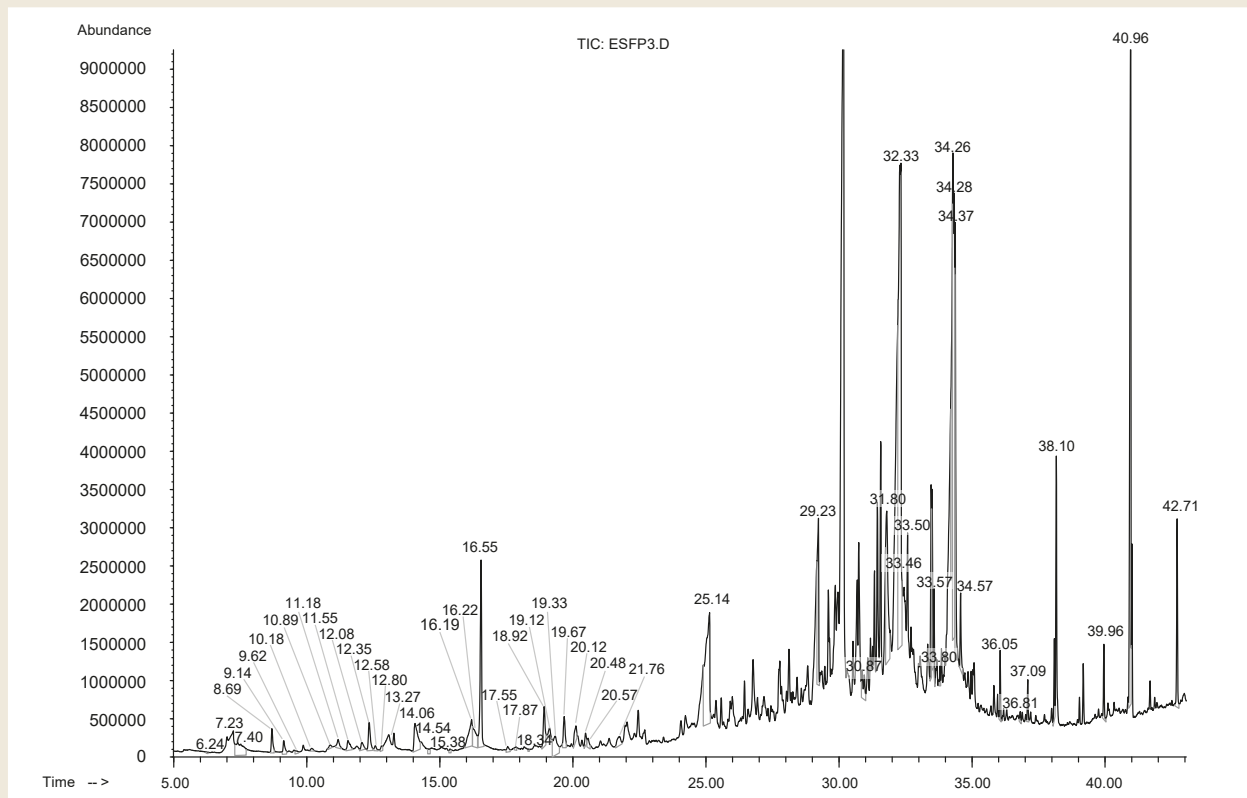


Рис. 2. Типова хроматограма леткої фракції стебла лохини високорослої.

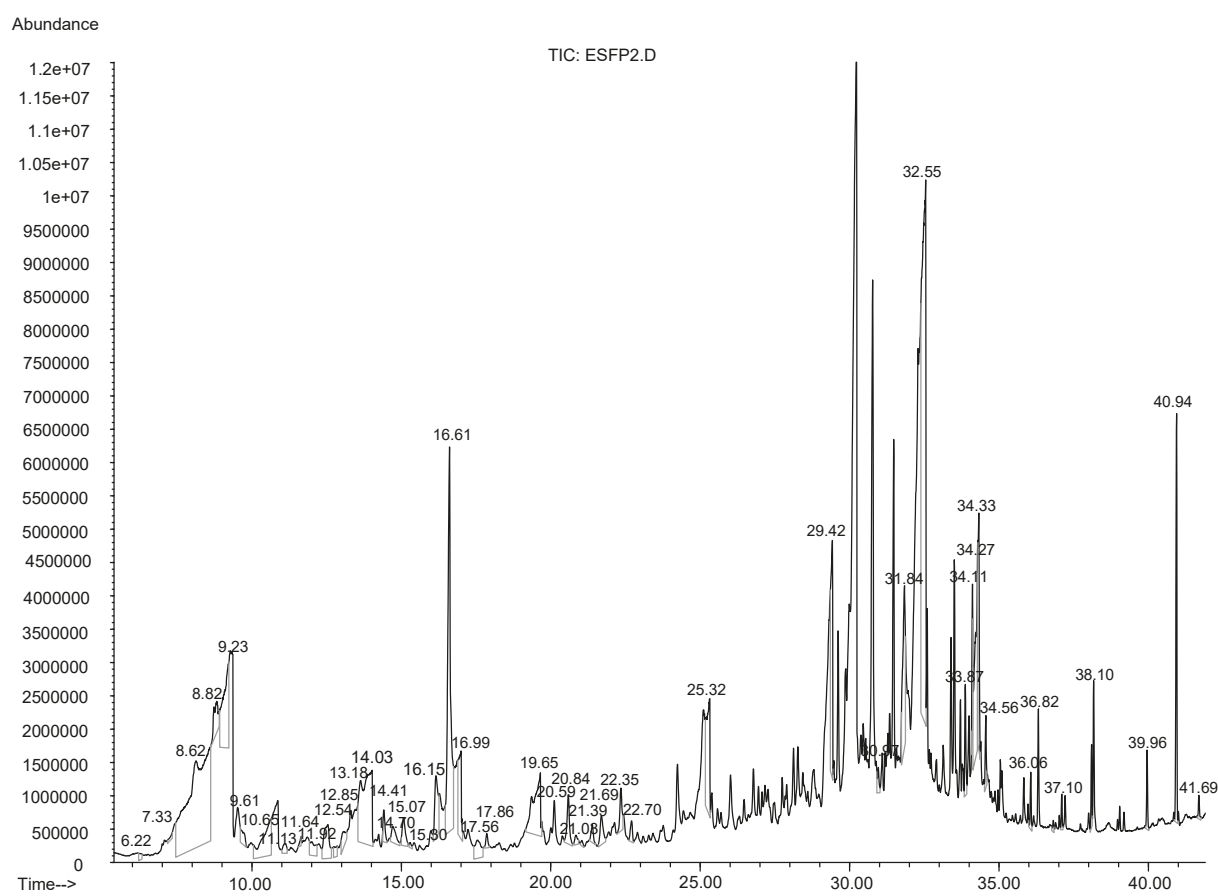


Рис. 3. Типова хроматограма леткої фракції плодів лохини високорослої.

Таблиця 1. Склад леткої фракції листя, плодів і стебла лохини високорослої

№	Сполука	Листя			Стебло			Плоди		
		Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %
1	Гексеналь	6,29	0,48	0,15	6,24	0,46	0,03	6,24	0,82	0,17
2	Бензацетальдегід	7,33	0,59	0,19	7,23	3,93	0,30	7,33	0,72	0,15
3	Капронова кислота	7,60	2,54	0,80	7,40	19,02	1,45	8,62	86,87	18,13
4	4-Метилбензальдегід	8,14	0,44	0,14	–	–	–	–	–	–
5	транс-Ліналоол оксид	8,73	8,86	2,79	8,69	7,47	0,57	8,82	6,49	1,35
6	цис-Ліналоол оксид	9,17	4,42	1,39	9,14	5,28	0,40	9,23	20,44	4,27
7	6-метилгепта-3,5-діен-2-он	9,44	3,71	1,17	–	–	–	–	–	–
8	Триенол	9,69	5,20	1,64	9,62	1,37	0,10	9,61	2,42	0,51
9	Гептанова кислота	10,18	0,93	0,29	10,18	1,24	0,09	10,65	13,65	2,85
10	β-Терпеніол	10,69	1,04	0,33	10,89	1,69	0,13	11,13	1,55	0,32
11	2-Етилкапронат	–	–	–	11,18	4,09	0,31	–	–	–
12	Оцименол	11,60	1,84	0,58	11,55	5,72	0,43	–	–	–
13	Неідентифікована речовина 1	–	–	–	–	–	–	11,64	0,55	0,11

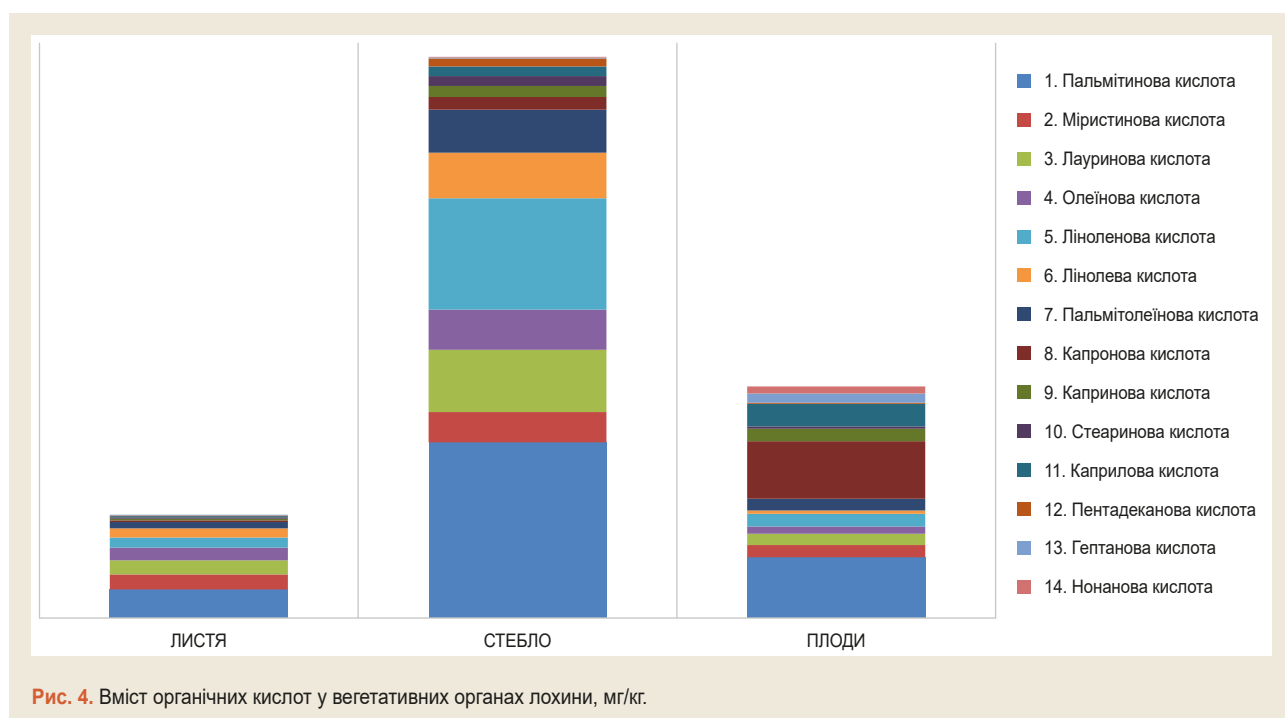
Продовження таблиці 1.

№	Сполука	Листя			Стебло			Плоди		
		Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %
14	4-Терпеніол	11,96	0,6	0,19	12,08	3,88	0,30	11,92	3,73	0,78
15	п-Мент-1-єн-8-ол	12,43	12,82	4,03	12,35	11,46	0,87	12,54	8,26	1,72
16	Камфора	12,63	0,49	0,15	12,58	2,37	0,18	12,85	1,41	0,29
17	Каприлова кислота	13,29	1,77	0,56	13,27	14,31	1,09	14,03	34,17	7,13
18	Неідентифікована речовина 2	–	–	–	14,07	20,08	1,53	–	–	–
19	Неідентифікована речовина 3	14,32	1,86	0,58	–	–	–	–	–	–
20	Неідентифікована речовина 4	–	–	–	–	–	–	14,41	2,68	0,56
21	Дек-2-еналь	14,57	3,27	1,03	14,54	1,98	0,15	–	–	–
22	Гераніол	–	–	–	–	–	–	14,70	3,27	0,68
23	1-Бутилциклогекс-2-єн-1-ол	–	–	–	–	–	–	15,07	3,83	0,80
24	п-Мент4(8)-єн-9-ол	15,04	3,08	0,97	–	–	–	15,30	0,44	0,09
25	Нонанова кислота	–	–	–	15,38	1,26	0,10	16,99	10,65	2,22
26	Вітиспіран	15,31	5,27	1,66	16,19	18,39	1,40	16,15	9,37	1,96
27	4-Вініл-2-метоксифенол	16,17	3,54	1,11	16,22	13,43	1,02	–	–	–
28	Евгенол	17,52	8,36	2,63	17,55	2,53	0,19	17,56	4,94	1,03
29	Ундек-2-еналь	17,86	3,22	1,01	17,87	1,22	0,09	17,86	1,31	0,27
30	3-(2,6,6-Триметилциклогекс-1-єніл)проп-2-еналь	18,97	2,51	0,79	18,92	14,36	1,09	–	–	–
31	Капринова кислота	19,40	2,45	0,77	19,33	16,76	1,27	19,65	19,04	3,97
32	1-(1,1-Диметил-2,3-дигідро-1-Н-інден-4-іл)-етанон	19,72	2,20	0,69	19,76	11,14	0,85	–	–	–
33	Похідна 1-(1,1-диметил-2,3-дигідро-1-Н-інден-4-іл)-етанон)	–	–	–	20,12	6,99	0,53	–	–	–
34	4-(2,6,6-Триметилциклогекс-1,5-дієніл)бут-3-єн-2-он	20,00	2,56	0,80	–	–	–	–	–	–
35	Неідентифікована речовина 5	20,13	3	0,94	–	–	–	–	–	–
36	4-(2,6,6-Триметилциклогекс-1,3-дієніл)пент-3-єн-2-ол	–	–	–	20,48	3,78	0,29	–	–	–
37	Геранілацетон	20,56	0,42	0,13	20,57	3,75	0,29	20,59	5,29	1,10
38	2-Метилкапринат	–	–	–	–	–	–	20,84	1,17	0,24
39	Неідентифікована речовина 6	–	–	–	–	–	–	21,03	0,49	0,10
40	1-(2,6,6-Триметилциклогекс-2-єніл)ацетон	–	–	–	–	–	–	21,39	1,78	0,37
41	2,6,10-Триметилдодекан	21,68	5,97	1,88	21,76	6,94	0,53	21,69	3,98	0,83
42	4-(2,2,6-триметил-біцикло[4,1,0]-гепт-1-іл)бутан-2-он	22,35	–	–	–	–	–	22,35	4,1	0,86
43	Гексадекан	–	–	–	–	–	–	22,7	1,96	0,41
44	Лауринова кислота	25,34	21,43	6,74	25,14	93,94	7,14	25,32	16,96	3,54
45	Міристинова кислота	29,58	22,44	7,06	29,23	45,82	3,48	29,42	18,36	3,83
46	Пентадеканова кислота	30,98	1,13	0,36	30,87	12,28	0,93	30,97	1,8	0,38

Продовження таблиці 1.

№	Сполука	Листя			Стебло			Плоди		
		Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %	Час утримання, хв	Вміст, мг/кг	Відсоток, %
47	Пальмітолейнова кислота	31,95	9,41	2,96	31,80	64,92	4,94	31,84	17,71	3,70
48	Деканаль	32,18	2,19	0,69	31,92	5,54	0,42	13,18	2,99	0,62
49	Пальмітинова кислота	32,55	43,19	13,58	32,33	264,77	20,13	32,55	91,77	19,15
50	Метилліноленоат	–	–	–	33,46	34,62	2,63	–	–	–
51	Метиллінолеат	–	–	–	33,50	30,52	2,32	–	–	–
52	Метилолеат	–	–	–	33,57	11,77	0,90	–	–	–
53	Фітол	33,91	4,89	1,54	33,80	3,06	0,23	33,87	5,29	1,10
54	Лінолева кислота	34,17	13,96	4,39	34,26	68,71	5,23	34,11	4,87	1,02
55	Ліноленова кислота	34,21	15,22	4,79	34,28	167,78	12,76	34,27	18,99	3,96
56	Олеїнова кислота	34,37	19,1	6,01	34,37	60,65	4,61	34,33	11,05	2,31
57	Стеаринова кислота	34,60	2,24	0,70	34,57	15,09	1,15	34,56	3,34	0,70
58	Трикозан	36,09	5,85	1,84	36,05	11,4	0,87	36,06	2,42	0,51
59	Тетракозан	36,90	0,86	0,27	36,81	2,28	0,17	36,82	0,58	0,12
60	Пентакозан	37,11	4,38	1,38	37,10	6,54	0,50	37,10	1,48	0,31
61	4-(2,6,6-Триметилциклогекс-1,3-дієніл)бут-3-єн-2-он	38,09	3,21	1,01	18,34	0,57	0,04			
62	Гексакозан	38,14	13,01	4,09	38,10	13,48	1,03	38,10	3,2	0,67
63	Гептакозан	39,98	7,39	2,32	39,96	12,49	0,95	39,96	3,33	0,70
64	Сквален	40,99	32,97	10,37	40,96	150,4	11,44	40,94	18,43	3,85
65	Нонакозан	41,69	1,73	0,54	42,71	33,48	2,55	41,69	1,16	0,24
Загалом		318,04			1315,01			479,11		

–: речовина не виявлена.



Таблиця 2. Кількісні характеристики легкої фракції листя, плодів і стебла лохини високорослої

	Листя	Стебло	Плоди
Кількість речовин	49	50	47
Неідентифіковані речовини	2	1	3
Речовини-маркери	3	6	5
Речовини терпенової природи, мг/кг	162,23	468,46	129,88
Органічні кислоти, мг/кг	155,81	846,55	349,23
Загальний вміст речовин, мг/кг	318,04	1315,01	479,11

терпенової природи, домінували сквален, гексакозан, *n*-мент-1-ен-8-ол, *транс*-ліналоол оксид і евгенол; у плодах – *цис*-ліналоол оксид, сквален, вітиспіран, *n*-мент-1-ен-8-ол, *транс*-ліналоол оксид; у стеблах концентрація терпенових сполук у 2,9–3,6 раза більша, ніж у листях і плодах – 468,46 мг/кг, домінували сквален, нонакозан, вітиспіран, 3-(2,6,6-триметилциклогекс-1-еніл)проп-2-еналь, гексакозан, 4-вініл-2-метоксифенол, гептакозан, *n*-мент-1-ен-8-ол, трикозан та 1-(1,1-диметил-2,3-дигідро-1-*n*-інден-4-іл)етанол.

Аналізуючи легку фракцію з сировини лохини, встановили вміст 14 органічних кислот, пальмітинова кислота домінувала в усіх вегетативних органах лохини високорослої (20 мг/кг) виявили міристинову, олеїнову, лінолеву, лауринову та ліноленову кислоти; для листя характерні лауринова, міристинова кислоти, для плодів – каприлова й капронова кислоти.

Висновки

1. У результаті фітохімічних досліджень уперше встановили компонентний склад легких фракцій листя, стебел і плодів лохини високорослої флори України.

2. Ідентифікували і встановили вміст 65 речовин, з-поміж них 14 органічних кислот, 39 сполук терпенової природи.

3. Сировина лохини високорослої перспективна та буде використана для розроблення нових лікарських форм.

Перспективи подальших досліджень. Результати досліджень можна використати під час стандартизації сировини та лікарських засобів на її основі, визначення специфічних маркерів для хімічної ідентифікації, встановлення кореляційних зв'язків між вмістом БАР і фармакологічною активністю.

Фінансування

Дослідження виконане в рамках НДР Національного фармацевтичного університету: «Сучасні підходи до створення нових лікарських засобів для корекції метаболічного синдрому», № держреєстрації 0120U102486.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Відомості про авторів:

Стремоухов О. О., аспірант каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна.

ORCID ID: [0000-0003-0956-389X](https://orcid.org/0000-0003-0956-389X)

Кошовий О. М., д-р фарм. наук, професор, зав. каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна.

ORCID ID: [0000-0001-9545-8548](https://orcid.org/0000-0001-9545-8548)

Комісаренко М. А., асистент каф. фармакогнозії, Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна.

ORCID ID: [0000-0002-1161-8151](https://orcid.org/0000-0002-1161-8151)

Information about authors:

Stremoukhov O. O., PhD student of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Koshovyi O. M., PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Komisarenko M. A., Assistant of the Department of Pharmacognosy, National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

Сведения об авторах:

Стремоухов О. О., аспирант каф. фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Кошевой О. Н., д-р фарм. наук, профессор, зав. каф. фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Комиссаренко Н. А., ассистент каф. фармакогнозии, Национальный фармацевтический университет, г. Харьков, Украина.

Список літератури

- Выращивание голубики с ориентацией на экспорт // *InVenture*. 2019. URL : <https://inventure.com.ua/investments/vyrashivanie-golubiki>
- A Review of the Fruit Volatiles Found in Blueberry and Other Vaccinium Species / H. M. Sater, L. N. Bizzio, D. M. Tieman, P. D. Munoz. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020. Vol. 68, Iss. 21. P. 5777-5786. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01445>
- The Chemical and Biological Profiles of Leaves from Commercial Blueberry Varieties / B. E. Stefanescu, L. F. Calinoiu, F. Ranga et al. *Plants*. 2020. Vol. 9, Iss. 9. Article 1193. <https://doi.org/10.3390/plants9091193>
- Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Small Berries / M. Zorzi, F. Gai, C. Medana et al. *Foods*. 2020. Vol. 9, Iss. 5. P. 623. <https://doi.org/10.3390/foods9050623>
- Гродзінський А. М. Лікарські рослини. Енциклопедичний довідник. Київ. Голов. ред. УРЕ, 1991. 544 с.
- Fern K. *Vaccinium uliginosum* // *Temperate Plants Database*. 2020. URL : <http://temperate.theferns.info/plant/Vaccinium+uliginosum>
- Машковский М. Д. Лекарственные средства. Изд. 16-е, перераб., испр. и доп. Москва : Новая Волна, 2012. 1216 с.
- Компендиум 2014 – лекарственные препараты / под ред. В. Н. Коваленко. Київ. : МОРИОН, 2014. 2700 с.
- Фармацевтична енциклопедія / голова ред. ради В. П. Черних. 3-те вид., переробл. і доповн. Київ : МОРИОН, 2016. 1952 с.
- Мінарченко В. М., Бутко А. Ю. Дослідження вітчизняного ринку лікарських засобів рослинного походження. *Фармацевтичний журнал*. 2017. № 1. С. 30-36.
- Phytochemical and pharmacological study of the northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) leaves dry extract / A. Stremoukhov, O. Koshovyi, G. Kravchenko et al. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 2021. Vol. 10, Iss. 4. P. 1-8.
- Державна Фармакопея України: в 3 т. / Держ. п-во «Укр. науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків : Держ. п-во «Укр. наук. фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 1. 1128 с.
- Кошовий О. М. Фенольний склад деяких представників підроду *Sclarea* роду *Salvia*. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2012. № 3. С. 11-14.
- Изопреноидный состав спиртового экстракта листьев *Eucalyptus viminalis* / О. Н. Кошевой, Б. А. Виноградов, А. М. Ковалева, А. Н. Комиссаренко. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2011. Вип. 24, № 2. С. 23-25.
- Хромато-мас-спектрометричне дослідження низькомолекулярних аліфатичних, жирних та ароматичних кислот кореневища *Veronica teucrium* L. / А. П. Осьмачко, А. М. Ковальова, Т. В. Ільїна, О. М.

- Кошовий. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2017. № 2. С. 22-25. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2017.99317>
- [16] Порівняльне фармакогностичне та фармакологічне дослідження листя *Salvia verticillata* та *Salvia officinalis* для встановлення перспективи створення нового лікарського засобу / М. М. Мига, О. М. Кошовий, О. В. Гапуля та ін. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2020. Т. 13, № 1. С. 61-71. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2020.1.198136>
- [17] The phytochemical and chemotaxonomic study of *Salvia* spp. growing in Ukraine / O. Koshovyi, A. Raal, A. Kovaleva et al. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*. 2020. Vol. 8, Iss. 3. P. 29-36. <https://doi.org/10.7324/JABB.2020.80306>
- References**
- [1] Vyrashchivanie golubiki s orientatsiei na eksport [Export-oriented blueberry cultivation]. (2019, January 12). *InVenture*. <https://investure.com.ua/investments/vyrashivanie-golubiki>
- [2] Sater, H. M., Bizzio, L. N., Tieman, D. M., & Munoz, P. D. (2020). A Review of the Fruit Volatiles Found in Blueberry and Other Vaccinium Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(21), 5777-5786. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01445>
- [3] Stefanescu, B. E., Calinoiu, L. F., Ranga, F., Fetea, F., Mocan, A., Vodnar, D. C., & Crisan, G. (2020). The Chemical and Biological Profiles of Leaves from Commercial Blueberry Varieties. *Plants-Basel*, 9(9), Article 1193. <https://doi.org/10.3390/plants9091193>
- [4] Zorzi, M., Gai, F., Medana, C., Aigotti, R., Morello, S., & Peiretti, P. G. (2020). Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Small Berries. *Foods*, 9(5), 623. <https://doi.org/10.3390/foods9050623>
- [5] Hrodzinskyi, A. M. (1991). *Likarski roslyny. Entsyklopedychnyi dovidnyk* [Medicinal plants. Encyclopedic reference book]. Kyiv: Heads. ed. URE. [in Ukrainian].
- [6] Fern, K. (2020). *Vaccinium uliginosum*. *Temperate Plants Database*. <http://temperate.theferns.info/plant/Vaccinium+uliginosum>
- [7] Mashkovskii, M. D. (2012). *Lekarstvennyye sredstva* [Medicines] (16th ed.). Novaya Volna. [in Russian].
- [8] Kovalenko, V. N. (Ed.). (2014). *Kompendium 2014 – lekarstvennyye preparaty* [Compendium 2014 – medicines]. Kyiv: MORION. [in Ukrainian].
- [9] Chernykh, V. P. (Ed.). (2016). *Farmatsevtichna entsyklopediia* [Pharmaceutical encyclopedia]. Kyiv: MORION. [in Ukrainian].
- [10] Minarchenko, V. M., & Butko, A. Yu. (2017). Doslidzhennia vitchyznianoho rynku likarskykh zasobiv roslynnoho pokhodzhennia [Research of the domestic market of herbal medicines]. *Farmatsevtichnyi zhurnal*, (1), 30-36. [in Ukrainian].
- [11] Stremoukhov, A., Koshovyi, O., Kravchenko, G., Krasilnikova, O., Dimova, G., & Zhelev, I. (2021). Phytochemical and pharmacological study of the northernighbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) leaves dry extract. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 10(4), 1-8.
- [12] State Enterprise Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center of Medicines Quality (2014). *Derzhavna Farmakopeya Ukrayiny* [The State Pharmacopoeia of Ukraine] (Vol. 1, 2nd ed.). Kharkiv: State Enterprise Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center of Medicines Quality. [in Ukrainian].
- [13] Koshovyi, O. M. (2012). Fenolnyi sklad deiakyykh predstavnykiv pidrodu Sclarea rodu *Salvia* [Phenolic composition of some members of the subgenus Sclarea of the genus *Salvia*]. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, (3), 11-14. [in Ukrainian].
- [14] Koshevoi, O. N., Vinogradov, B. A., Kovaleva, A. M., & Komissarenko, A. N. (2011). Izoprenoidnyi sostav spirtovogo ekstrakta list'ev *Eucalyptus viminalis* [Isoprenoid composition of the alcoholic extract of the leaves of *Eucalyptus viminalis*]. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, 24(2), 23-35. [in Russian].
- [15] Osmachko, A., Kovaleva, A., Ilyina T., Koshovyi, O., & Sidora, N. (2017). Khromato-mas-spektrometrychne doslidzhennia nyzko-molekuliarnykh alifatychnykh, zhyrnykh ta aromatychnykh kyslot korenevyscha *Veronica teucrium* L. [Chromatography-mass spectrometry study of low molecular aliphatic, fatty and aromatic acids of *Veronica teucrium* L. rhizomes]. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, (2), 22-25. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2017.99317>
- [16] Myha, M. M., Koshovyi, O. M., Hamulia, O. V., Verkhovodova, Yu. V., Kireiev, I. V., Komissarenko, A. M. (2020). Porivnialne farmakohnostychnye ta farmakohichne doslidzhennia lystia *Salvia verticillata* ta *Salvia officinalis* dlia vstanovlennia perspektyvy stvorennia novoho likarskoho zasobu [Comparative pharmacognostic and pharmacological study of *Salvia verticillata* and *Salvia officinalis* leaves to establish the prospect of creating a new medicines]. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, 13(1), 61-71. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2020.1.198136>
- [17] Koshovyi, O., Raal, A., Kovaleva, A., Myha, M., Ilyina, T., Borodina, N., & Komissarenko A. (2020). The phytochemical and chemotaxonomic study of *Salvia* spp. growing in Ukraine. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 8(3), 29-36. <https://doi.org/10.7324/JABB.2020.80306>