

А. В. Гудзенко¹, Т. М. Курапова², І. О. Гуртовенко¹, Л. А. Бутко¹,
Т. К. Шураєва¹, П. І. Середа¹, М. М. Дорошенко¹, О. С. Гойстер¹

Аналіз ліпофільного екстракту трави хвоща польового (*Equisetum arvense* L.) методом газової хроматографії з мас-детекцією

¹Приватний вищий навчальний заклад «Київський медичний університет», м. Київ

²Приватний вищий навчальний заклад «Київський міжнародний університет», м. Київ

Ключові слова: трава хвоща польового, ліпофільний екстракт, газова хроматографія з мас-детекцією, речовини-маркери

Офіційна рослинна сировина – трава хвоща польового (*Equisetum arvense* L.) має широкий спектр біологічної активності [1, 2], входить до складу великої кількості багатокомпонентних лікарських засобів рослинного походження (БЛЗРП) [3].

Сьогодні проблема контролю якості БЛЗРП є надзвичайно актуальною для фармації та диктує необхідність розробки нових методичних підходів, завдяки яким можливо впровадити стандартизацію біологічно активних речовин (БАР) трави хвоща польового в рослинних сумішах.

Один з найперспективніших і ефективних способів вирішення даної проблеми – це використання так званих «маркерних сполук», або маркерів – речовин, присутність яких притаманна тільки певній лікарській сировині [4].

Натепер, згідно з Європейською Фармакопеею, стандартизація даної лікарської сировини проводиться за вмістом суми флавоноїдів у перерахунку на ізокверцитрозид, а також за якісним визначенням наступної групи БАР: похідних гідроксикоричної кислоти та флавоноїдів [5].

Ці БАР поширені в рослинній сировині, у зв'язку з чим виникає

потреба в пошуку речовин, що відносяться до інших класів сполук, які не так часто зустрічаються в рослинах і можуть бути маркерами для стандартизації БЛЗРП, до складу яких входить трава хвоща польового. З огляду на це вважали за доцільне провести пошук даних речовин у ліпофільному екстракті трави рослини, так як за даними літератури в сировині хвоща польового міститься велика кількість ліпофільних БАР з широким спектром біологічної активності [1, 2].

Мета дослідження – провести аналіз ліпофільного екстракту трави хвоща польового зі застосуванням методу газової хроматографії з мас-детекцією для пошуку речовин-маркерів.

Матеріали та методи. Вивчення летких компонентів ліпофільного екстракту трави хвоща польового проводили за допомогою методу газової хроматографії з мас-детекцією [6, 7]. Підготовку досліджуваних зразків до хроматографування виконували згідно з методикою [8].

Хроматографічне дослідження екстракту проводили на газовому хроматографі Agilent 6890, обладнаному мас-спектрометричним детектором (модель 5973) у наступних умовах:

- капілярна колонка DB-5 з внутрішнім діаметром 0,25 мм і довжиною 30 м;
- газ-носії – гелій;

- швидкість газу-носія – 1,2 мл/хв;
- температура інжектора – 250 °С;
- температура печі – 50 °С (час витримки 0 хв), приріст температури – 40 °С/хв до температури 320 °С (час витримки 0 хв).

Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку компонентів мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 зі загальною кількістю спектрів понад 470 000 у поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST. Ідентифікацію досліджуваних компонентів виконували за мас-спектрами та часом утримання компонентів.

Результати та їх обговорення. Хроматограму досліджуваного екстракту трави хвоща польового наведено на рисунку, якісний склад і кількісний вміст компонентів екстракту – у таблиці.

Як впливає з наведених даних, у досліджуваному ліпофільному екстракті було визначено наявність 30 сполук, з яких ідентифіковано 23, а саме: парафіни, жирні кислоти, стерини та ін.

Серед ідентифікованих речовин ліпофільного екстракту в найбільшій концентрації в ньому містяться паль-

мітинова кислота (91,33 мг/кг) і фітол (44,93 мг/кг). Меншу концентрацію мають транс-неофітадієн і γ -ситостерол, уміст яких у досліджуваній сировині складає 35,07 мг/кг і 31,26 мг/кг відповідно. Також мажоритарними компонентами ліпофільного екстракту трави хвоща польового є гексакозаналь і ліолева кислота, уміст яких у досліджуваній сировині становить 28,36 мг/кг і 24,01 мг/кг відповідно.

Слід зазначити, що сумарний вміст 6 мажоритарних компонентів ліпофільного екстракту трави хвоща польового становить близько 60 % від усіх сполук, що ідентифіковані.

У зв'язку з тим, що жирні кислоти (ліолева та пальмітинова) широко розповсюджені в лікарській рослинній сировині, проводити пошук маркерів, за допомогою яких можлива стандартизація компонентів хвоща польового в рослинних сумішах слід саме серед інших мажоритарних компонентів легкої фракції: γ -ситостеролу, фітолу, транс-неофітадієну та гексакозаналю.

Необхідно зауважити, що для поглибленого вивчення можливості

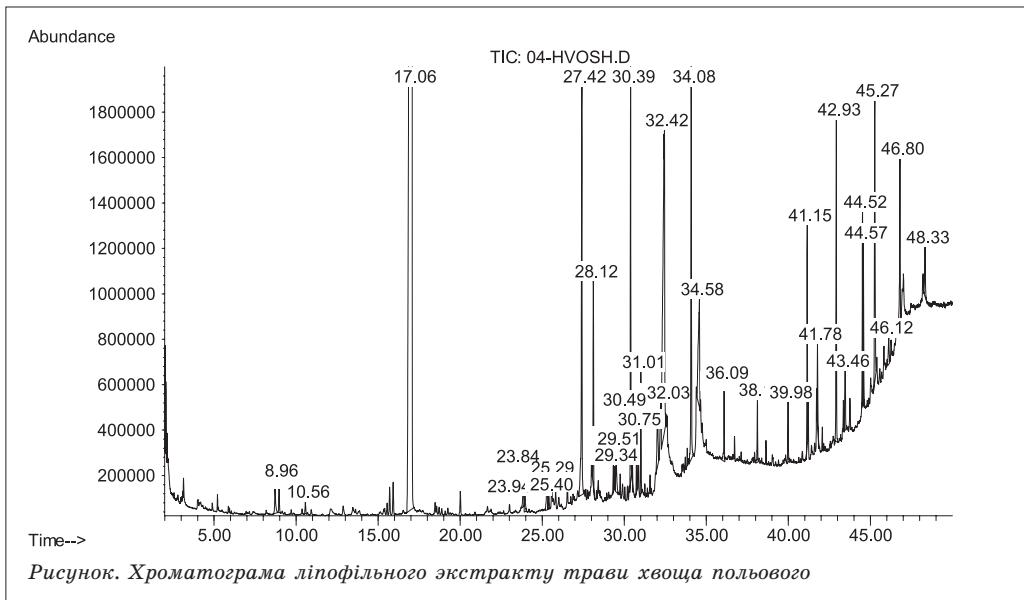


Рисунок. Хроматограма ліпофільного екстракту трави хвоща польового

*Хімічний склад летких компонентів
ліпофільного екстракту трави хвоща польового*

№ з/п	Час виходу піків, хв	Компонент	Кількісний вміст у сировині, мг/кг	Кількісний вміст від загальної кількості летких сполук, %
1	8,71	Фенілацетальдегід	4,26	0,99
2	8,96	н/і	2,79	0,65
3	10,56	Нонаналь	1,47	0,34
4	23,84	н/і	3,87	0,90
5	23,94	Дигідроактинідіолід	2,48	0,73
6	25,29	н/і	5,38	1,25
7	25,39	Лауринова кислота	2,58	0,60
8	29,33	н/і	2,47	0,57
9	29,50	Міристинова кислота	5,39	1,25
10	30,38	Транс-неофітадієн	35,07	8,16
11	30,48	Гексагідрофарнезилацетон	5,34	1,24
12	30,75	Цис-, транс-неофітадієн	5,43	1,26
13	31,01	Цис-неофітадієн	10,05	2,34
14	32,02	н/і	10,80	2,51
15	32,41	Пальмітинова кислота	91,33	21,24
16	34,08	Фітол	44,93	10,44
17	34,57	Лінолева кислота	24,01	5,58
18	36,08	Трикозан	6,84	1,59
19	38,11	Пентакозан	5,62	1,31
20	39,98	Гептакозан	5,77	1,34
21	41,14	Сквален	16,99	3,95
22	41,78	Нонакозан	6,64	1,54
23	42,92	Гексакозаналь	28,36	6,60
24	43,46	Стигмаста-3,5-дієн	8,02	1,86
25	44,52	Октакозаналь	16,26	3,78
26	44,57	Кампестерол	17,79	4,13
27	45,26	γ-Ситостерол	31,26	7,26
28	46,11	α-Токоферол ацетат	4,09	0,95
29	46,8	н/і	18,14	4,22
30	48,33	н/і	6,52	1,52

Примітка. «н/і» – компонент не ідентифікований.

використання наведених вище компонентів як маркерів трави хвоща польового слід провести більш детальний аналіз впливу різних факторів (періоду заготівлі, регіону, тер-

міну зберігання тощо) на їхню наявність і вміст в об'єкті дослідження. Також вважаємо за доцільне розробити методику дослідження вибраних маркерів у сировині та рослинних

сумішах трави хвоща польового з використанням фармакопейних методів аналізу, зокрема, методу газорідинної хроматографії з полум'яно-іонізаційним детектуванням.

Висновки

1. Проведено аналіз ліпофільного екстракту трави хвоща польового з використанням методу газової хроматографії з мас-детекцією. У результаті в досліджуваному екстракті було ідентифіковано 23 летких компоненти.
2. Мажоритарними компонентами досліджуваного ліпофільного екстракту є: пальмітинова кислота, фітол, транс-неофітадієн, γ -ситостерол, гексакозаналь і ліолева кислота, уміст яких у досліджуваній сировині становить 91,33 мг/кг, 44,93 мг/кг, 35,07 мг/кг, 31,26 мг/кг, 28,36 мг/кг і 24,01 мг/кг відповідно.
3. Пошук маркерів для стандартизації трави хвоща польового в рослинних сумішах доцільно проводити серед наступних мажоритарних компонентів ліпофільного екстракту рослини: γ -ситостеролу, фітолу, транс-неофітадієну та гексакозаналю.

1. Asgarpanah J., Roohi E. Phytochemistry and pharmacological properties of *Equisetum arvense* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2012. V. 6 (21). P. 3689–3693.
2. Sandhu N. S., Kaur S. *Equisetum arvense*: pharmacology and phytochemistry – a review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2010. V. 3, Is. 3. P. 146–150.
3. Довідник «Компендіум-2019 – лікарські препарати»; за ред. В. М. Коваленка. Київ : Моріон, 2019. 2480 с.
4. Гудзенко А. В., Цуркан О. О., Ковальчук Т. В. Використання речовин-маркерів – сучасний підхід до стандартизації багатокомпонентних лікарських засобів рослинного походження. *Фармацевтичний журнал*. 2011. № 5. С. 87–91.
5. European Pharmacopoeia. 6th ed. V. 2. Strasbourg : European Department for the Quality of Medicines, 2008. 3308 p.
6. Gas chromatography-mass spectrometry analysis and phytochemical screening of ethanolic root extract of *Plumbago zeylanica*, Linn. G. Ajayi, J. Olagunju, O. Ademuyiwa et al. *J. Med. Plants Research*. 2011. V. 5 (9). P. 1756–1761.
7. Inter-population variability of terpenoid composition in leaves of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria: a chemoeological approach. S. Said, C. Fernandez, S. Greff et al. *Molecules*. 2011. V. 16. P. 2646–2657.
8. Черногород Л. Б., Виноградов Б. А. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразанол. *Растительные ресурсы*. 2006. Т. 42, Вып. 2. С. 61–68.

**А. В. Гудзенко, Т. М. Курапова, І. О. Гуртовенко, Л. А. Бутко, Т. К. Шураєва,
П. І. Середа, М. М. Дорошенко, О. С. Гойстер**
**Аналіз ліпофільного екстракту трави хвоща польового (*Equisetum arvense* L.)
методом газової хроматографії з мас-детекцією**

Із метою пошуку речовин-маркерів для стандартизації трави хвоща польового в рослинних сумішах був проаналізований ліпофільний екстракт рослини з використанням методу газової хроматографії з мас-детекцією.

Хроматографічне дослідження екстракту проводили на газовому хроматографі Agilent 6890, обладнаному мас-спектрометричним детектором (модель 5973) у наступних умовах: капілярна колонка DB-5 з внутрішнім діаметром 0,25 мм і довжиною 30 м; газ-носієй – гелій; швидкість газуносія – 1,2 мл/хв; температура інжектора – 250 °С; температура печі – 50 °С (час витримки 0 хв), приріст температури – 40 °С/хв до температури 320 °С (час витримки 0 хв).

Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку компонентів мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 зі загальною кількістю спектрів понад 470 000 у поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST. Ідентифікацію компонентів виконували за мас-спектрами та часом утримання компонентів.

У результаті проведеного аналізу в досліджуваному екстракті було ідентифіковано 23 компоненти. Мажоритарними компонентами досліджуваного ліпофільного екстракту є: пальмітинова кислота, фітол, транс-неофітадієн, γ -ситостерол, гексакозаналь і ліолева кислота, уміст яких у досліджуваній сировині становить 91,33 мг/кг, 44,93 мг/кг, 35,07 мг/кг, 31,26 мг/кг, 28,36 мг/кг і 24,01 мг/кг відповідно.

Пошук маркерів для стандартизації трави хвоща польового в рослинних сумішах доцільно проводити серед таких мажоритарних представників ліпофільного екстракту рослини: γ -ситостеролу, фітолу, транс-неофітадієну та гексакозанолу.

Ключові слова: трава хвоща польового, ліпофільний екстракт, газова хроматографія з мас-детекцією, речовини-маркери

А. В. Гудзенко, Т. Н. Курапова, И. А. Гуртовенко, Л. А. Бутко, Т. К. Шураєва, П. И. Середа, М. Н. Дорошенко, О. С. Гойстер

Анализ липофильного экстракта травы хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) методом газовой хроматографии с масс-детекцией

С целью поиска веществ-маркеров для стандартизации травы хвоща полевого в растительных смесях был проанализирован липофильный экстракт растения с использованием метода газовой хроматографии с масс-детекцией.

Хроматографическое исследование экстракта проводили на газовом хроматографе Agilent 6890, оборудованном масс-спектрометрическим детектором (модель 5973) в следующих условиях: капиллярная колонка DB-5 с внутренним диаметром 0,25 мм и длиной 30 м; газ-носитель – гелий; скорость газа-носителя – 1,2 мл/мин; температура инжектора – 250 °С; температура печи – 50 °С (время выдержки 0 мин); прирост температуры – 40 °С/мин до температуры 320 °С (время выдержки 0 мин).

Для идентификации компонентов использовали библиотеку компонентов масс-спектров NIST05 и WILEY 2007 с общим количеством спектров свыше 470 000 в сочетании с программами для идентификации AMDIS и NIST. Идентификацию исследуемых компонентов выполняли по масс-спектрам и времени удерживания компонентов.

В результате проведенного анализа в исследуемом экстракте было идентифицировано 23 компонента. Мажоритарными компонентами исследуемого липофильного экстракта являются: пальмитиновая кислота, фитол, транс-неофитадие, γ -ситостерол, гексакозаналь и линолевая кислота, содержание которых в исследуемом сырье составляет 91,33 мг/кг, 44,93 мг/кг, 35,07 мг/кг, 31,26 мг/кг, 28,36 мг/кг и 24,01 мг/кг соответственно.

Поиск маркеров для стандартизации травы хвоща полевого в растительных смесях целесообразно проводить среди следующих мажоритарных представителей липофильного экстракта растения: γ -ситостерола, фитола, транс-неофитадие и гексакозанала.

Ключевые слова: трава хвоща полевого, липофильный экстракт, газовая хроматография с масс-детекцией, вещества-маркеры

A. V. Gudzenko, T. M. Kurapova, I. O. Gurtovenko, L. A. Butko, T. K. Shurayeva, P. I. Sereda, M. M. Doroshenko, O. S. Hoister

Analysis of lipophilic extract of the herb *Equisetum arvense* L. by GC-MS method

The aim of the study was to analyze lipophilic extract of the herb *Equisetum arvense* L. by GC-MS method to search for marker's substances.

The lipophilic extract of the herb *Equisetum arvense* L. was analyzed on an Agilent gas chromatograph-mass spectrometer (GCMS) Model 6890/5973, equipped with a DB-5ms fused silica capillary column containing (5 %-Phenyl)-methylpolysiloxane stationary phase (30 m length x 0.25 mm internal diameter and 0.25 μ m film thickness), programmed from 50 °C (5 min) to 320 °C at 4 °C/min and held for 5 min. The identification of components was based on retention indices and computer matching with the WILEY 275.L library, as well as by comparison of the fragmentation patterns of mass spectra with those reported in the literature. The proportions of the identified compounds were calculated by internal normalization.

Twenty three constituents were determined in the herb *Equisetum arvense* L. lipophilic extract. The main constituents were found to be palmitic acid (91,33 mg/kg), phytol (44,93 mg/kg), trans-neofitadien (35,07 mg/kg), γ -sitosterol (31,26 mg/kg), hexacozanal (28,36 mg/kg) and linoleic acid (24,01 mg/kg).

As a result, marker's substances were identified among the main constituents of this lipophilic extract for standardization of *Equisetum arvense* L. in medicinal mixture, such as: γ -sitosterol, phytol, trans-neofitadien and hexacozanal.

Key words: herb of *Equisetum arvense* L., lipophilic extract, GC-MS, marker's substances

Надійшла: 18 серпня 2022 р.

Прийнята до друку: 26 жовтня 2022 р.

Контактна особа: Гудзенко Андрій Вікторович, доктор фармацевтичних наук, ПВНЗ «Київський медичний університет», буд. 2, вул. Бориспільська, м. Київ, 02099. Тел.: + 38 0 44 567 29 29.