



Ю. А. Беркало, ORCID: 0000-0003-2899-7933

В. С. Кисличенко, ORCID: 0009-0007-4020-2730

НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДОСЛІДЖЕННЯ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ТРАВИ ШАВЛІЇ БЛИСКУЧОЇ ТА ЕКСТРАКТУ ГУСТОГО

Вступ. Амінокислоти відіграють важливу роль у життєдіяльності організму людини, беручи участь у синтезі білків, регуляції біохімічних процесів та підтриманні функціонування основних систем організму. Лікарські рослини є перспективним джерелом амінокислот, однак дані щодо амінокислотного складу шавлії блискучої (*Salvia splendens* Sellow ex Roem. et Schultes) є обмеженими.

Мета дослідження. Дослідити якісний склад і кількісний вміст вільних і зв'язаних амінокислот у траві шавлії блискучої та екстракті густому.

Матеріали і методи. Амінокислотний склад досліджували методом газової хромато-мас-спектрометрії з використанням системи Agilent 6890N/5973 inert. Ідентифікацію амінокислот проводили шляхом порівняння часу утримування стандартів амінокислот та за наявністю репрезентативних молекулярних та фрагментарних іонів.

Результати. У траві шавлії блискучої ідентифіковано 11 вільних і 16 зв'язаних амінокислот, у густому екстракті – 10 вільних і 14 зв'язаних. У вільному стані в траві домінували аланін, валін і пролін; у зв'язаному – аспарагінова кислота, лейцин і пролін. У густому екстракті у вільному стані переважали аланін, гліцин, фенілаланін і валін, а у зв'язаному – пролін, аланін та ізолейцин. Сумарний вміст зв'язаних амінокислот перевищував вміст вільних.

Висновки. Установлено, що трава шавлії блискучої та її густий екстракт є джерелом амінокислот, з переважанням зв'язаних форм. Отримані результати можуть бути використані для стандартизації рослинної сировини та екстракту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: шавлія блискуча; амінокислотний склад; газова хромато-мас-спектрометрія; трава; густий екстракт.

ВСТУП. Амінокислоти мають важливе значення для організму людини: вони є структурною одиницею білкових молекул, беруть участь у регулюванні багатьох біохімічних процесів, синтезі пуринів, піримідинів, вітамінів тощо [7; 9; 11]. Крім того, вони мають позитивний вплив на роботу серцево-судинної та нервової систем, печінки, нирок, є ефективним засобом парентерального харчування [10]. Так, зокрема, L-аргінін регулює функціональний стан судин, забезпечує відповідний рівень мікроциркуляції органів і тканин організму. Також для нього притаманний широкий спектр фармакологічних властивостей – антигіпоксична, антиоксидантна та дезінтоксикаційна активність [12]. В останні роки активно проводяться дослідження щодо застосування амінокислот як компонентів наноліків, а також для формування та зниження токсичності наноматеріалів, що використовуються в наномедицині [4; 7].

На думку вчених, майже 80 % населення використовують для лікування та

профілактики різних захворювань лікарські рослини або дієтичні добавки, що містять компоненти природного походження [1]. Лікарські рослини є джерелом біологічно активних речовин, зокрема й амінокислот, де вони накопичуються як у надземних, так і в підземних органах у вільному стані та у складі рослинного білку [5; 6; 8]. Тому пошук нових рослинних джерел амінокислот є актуальним. За даними літератури, надземна частина шавлії блискучої (*Salvia splendens* Sellow ex Roem. et Schultes) родини глухокропивої (*Lamiaceae*) містить комплекс біологічно активних речовин первинного та вторинного синтезу – вуглеводи, амінокислоти, фенольні та терпенові сполуки тощо [2; 3; 14–16; 18]. За дослідженнями закордонних науковців, екстрактам шавлії блискучої властиві жарознижувальна, протизапальна, антиоксидантна, гіпоглікемічна, гіполіпідемічна, гепатопротекторна, антимікробна, протипухлинна, противиразкова активності [14–16; 18]. Але відомостей щодо дослідження амінокислотного складу шавлії блискучої немає. Отже, дослідження щодо

вивчення складу амінокислот трави шавлії блискучої, яка культивується в Україні, та екстракту густого на її основі є актуальним.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ. Мета роботи – дослідити амінокислотний склад трави шавлії блискучої та екстракту густого.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Для дослідження використовували висушену та подрібнену траву шавлії блискучої та екстракт густий на її основі, одержаний шляхом екстрагування 70 % етанолом у співвідношенні сировина екстрагент 1:10.

Пробопідготовку та аналіз сировини здійснювали таким чином. Для ідентифікації вільних амінокислот наважку сировини (екстракту) поміщали у віалу, додавали 10 мл водного розчину 0,1N хлористоводневої кислоти та витримували на ультразвуковій бані за 50 °С упродовж 3 год. Потім 2,0 мл відцентрифугованого екстракту упарювали на роторному випаровувачі, тричі промиваючи водою, очищеною для видалення хлористоводневої кислоти. Для визначення загальних амінокислот наважку сировини (екстракту) поміщали у віалу, додаючи 2 мл водного розчину 6N хлористоводневої кислоти, та поміщали в термостат за 110 °С. Гідроліз проводили впродовж 24 год. А 1,6–2,0 мл відцентрифугованого гідролізату упарювали на роторному випаровувачі, тричі промиваючи водою, очищеною для видалення хлористоводневої кислоти.

Для дериватизації зразків сухий зразок розчиняли в 390 мкл 1 М розчину натрію гідроксиду, додавали 333 мкл метанолу та 67 мкл піридину, ретельно перемішували протягом 5 с. До суміші додавали 80 мкл метилхлороформату, ретельно перемішували протягом 60 с. Утворені деривати амінокислот екстрагували 400 мкл хлороформу з подальшим додаванням 400 мкл 50 mM розчину натрію гідрокарбонату. З метою подальшого аналізу використовували хлороформну фазу.

Хроматографічне розділення амінокислот проводили на газовій хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973inert (Agilent technologies, США). Колонка капілярна HP-5ms (30m×0,25mm×0,25mкм, Agilent technologies, США). Температура випаровувача 250 °С, температура 280 °С. Розділення проводили в режимі програмування температури – початкову температуру 50 °С витримували впродовж 4 хв., піднімали з градієнтом

5 °С/хв до 300 °С. Кінцеву температуру витримували впродовж 5 хв. Пробу об'ємом 1 мкл вводили в режимі поділу потоку 1:50. Детектування проводили в режимі SCAN в діапазоні (38–400 мкг/зразок). Швидкість потоку газу-носія крізь колонку – 1,0 мл/хв.

Ідентифікацію амінокислот проводили шляхом порівняння часу утримування стандартів амінокислот та за наявності репрезентативних молекулярних та фрагментарних іонів.

Кількісний вміст визначали шляхом додавання внутрішнього стандарту – нор-валіну (150 мкг/зразок). Вміст зв'язаних амінокислот визначали шляхом віднімання вмісту вільних амінокислот від їх загального вмісту [13; 17; 19].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Результати визначення амінокислотного складу трави шавлії блискучої наведено на рис. 1, 2 та в табл. 1. Як свідчать результати проведеного аналізу шавлії блискучої, трава містить 11 вільних і 16 зв'язаних амінокислот. Серед виявлених амінокислот ідентифіковано 7 незамінних кислот у зв'язаному стані та 5 – у вільному. У вільному стані домінують сполуками були аланін (3,591 мг/г) серед замінних і валін (0,303 мг/г) серед незамінних амінокислот. Домінують амінокислотою у зв'язаному стані серед замінних кислот визначено аспарагінову кислоту (8,605 мг/г), серед незамінних – лейцин (15,060 мг/г). Умовно замінна амінокислота пролін визначена в найбільшій кількості як у вільному (8,669 мг/г), так і у зв'язаному (9,598 мг/г) стані. Слід зазначити, що амінокислоти метіонін, цистеїн, глутамін, лізин і тирозин не були виявлені у вільному стані у траві шавлії блискучої. Сумарний вміст зв'язаних амінокислот був у 6 разів вищий, ніж вільних.

На рис. 3, 4 та в табл. 2 наведено результати визначення амінокислотного складу екстракту густого трави шавлії блискучої.

Результати визначення показали наявність в екстракті густому трави шавлії блискучої 10 вільних і 14 зв'язаних амінокислот. Ізолейцин, глутамінова кислота, метіонін, цистеїн і лізин не виявлені у вільному стані в густому екстракті трави шавлії блискучої. У вільному стані в мажоритарній кількості визначені: серед незамінних амінокислот – фенілаланін (1,646 мг/г) і валін (1,560 мг/г), серед умовно замінних – гліцин (3,459 мг/г) та серед замінних – аланін (12,657 мг/г).

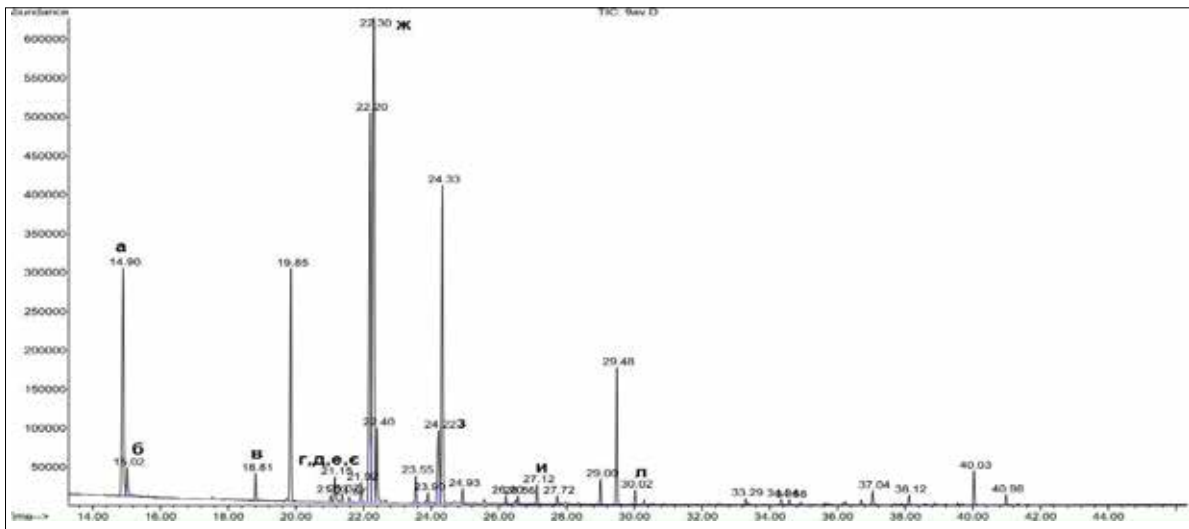


Рис. 1. Хроматограма вільних амінокислот трави шавлії блискучої.

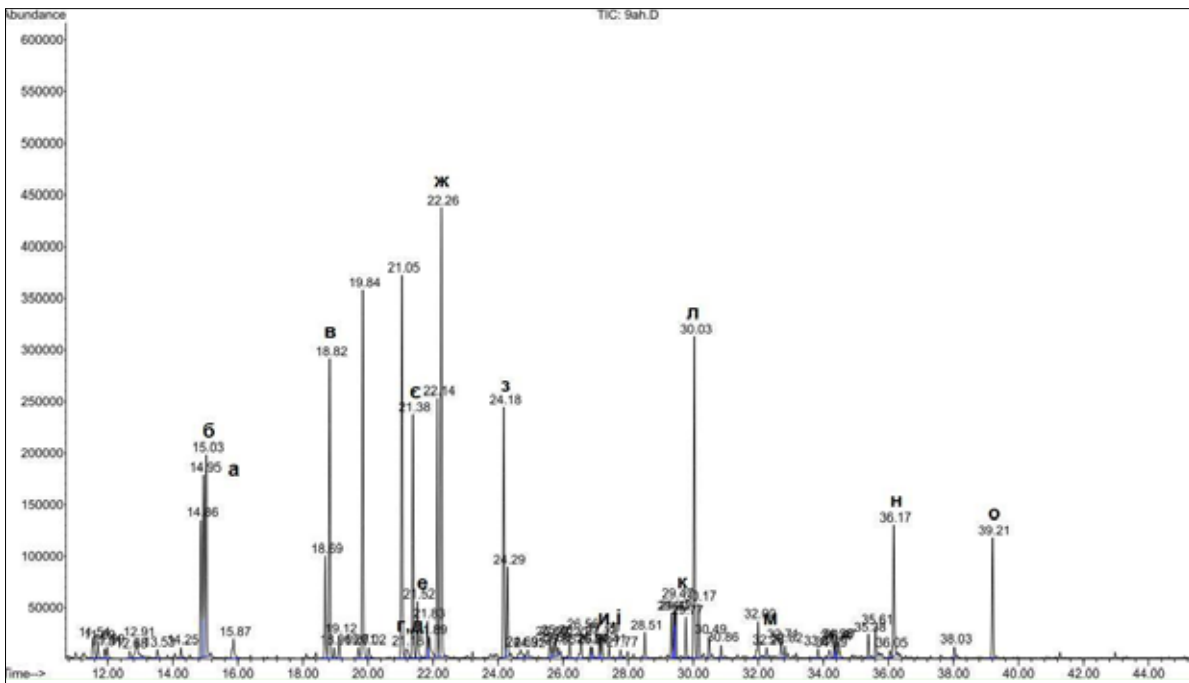


Рис. 2. Хроматограма суми вільних і зв'язаних амінокислот трави шавлії блискучої

Таблиця 1 – Амінокислотний склад трави шавлії блискучої

Назва амінокислоти	Час утримування, хв	Середня площа піків		Вміст, мг/г		
		вільні	загальні	вільні	загальні	зв'язані
1	2	3	4	5	6	7
Аланін	14,99	10232148	5256866	3,591 ± 0,036	7,901 ± 0,079	4,310 ± 0,43
Гліцин **	15,07	1237456	5374420	0,434 ± 0,004	8,078 ± 0,081	7,644 ± 0,076
Валін *	18,87	864377	7374992	0,303 ± 0,003	11,085 ± 0,111	10,781 ± 0,108
Лейцин *	21,1	213809	10069845	0,075 ± 0,001	15,135 ± 0,151	15,060 ± 0,151
Серин **	21,2	987270	533129	0,347 ± 0,003	0,801 ± 0,008	0,455 ± 0,005
Треонін *	21,57	201635	1541345	0,071 ± 0,001	2,317 ± 0,023	2,246 ± 0,023
Ізолейцин *	21,43	235127	5900515	0,021 ± 0,001	8,869 ± 0,089	8,848 ± 0,089
Пролін **	22,31	24699131	12153401	8,669 ± 0,087	18,267 ± 0,183	9,598 ± 0,096
Аспарагінова кислота	24,23	3641320	6575431	1,278 ± 0,013	9,883 ± 0,099	8,605 ± 0,086

1	2	3	4	5	6	7
Глутамінова кислота	27,15	622444	485740	0,218 ± 0,002	0,730 ± 0,007	0,512 ± 0,005
Метіонін *	27,44	–	280124	–	0,421 ± 0,004	0,421 ± 0,004
Цистеїн	29,72	–	968084	–	1,455 ± 0,015	1,455 ± 0,015
Фенілаланін *	30,05	477477	8219905	0,168 ± 0,002	12,355 ± 0,124	12,187 ± 0,022
Глутамін **	32,27	–	324324	–	0,487 ± 0,005	0,487 ± 0,005
Лізин *	36,2	–	3601980	–	5,414 ± 0,054	5,414 ± 0,054
Тирозин **	39,25	–	3075909	–	4,623 ± 0,046	4,623 ± 0,046
Сума амінокислот				15,175 ± 0,152	107,821 ± 1,078	92,646 ± 0,927

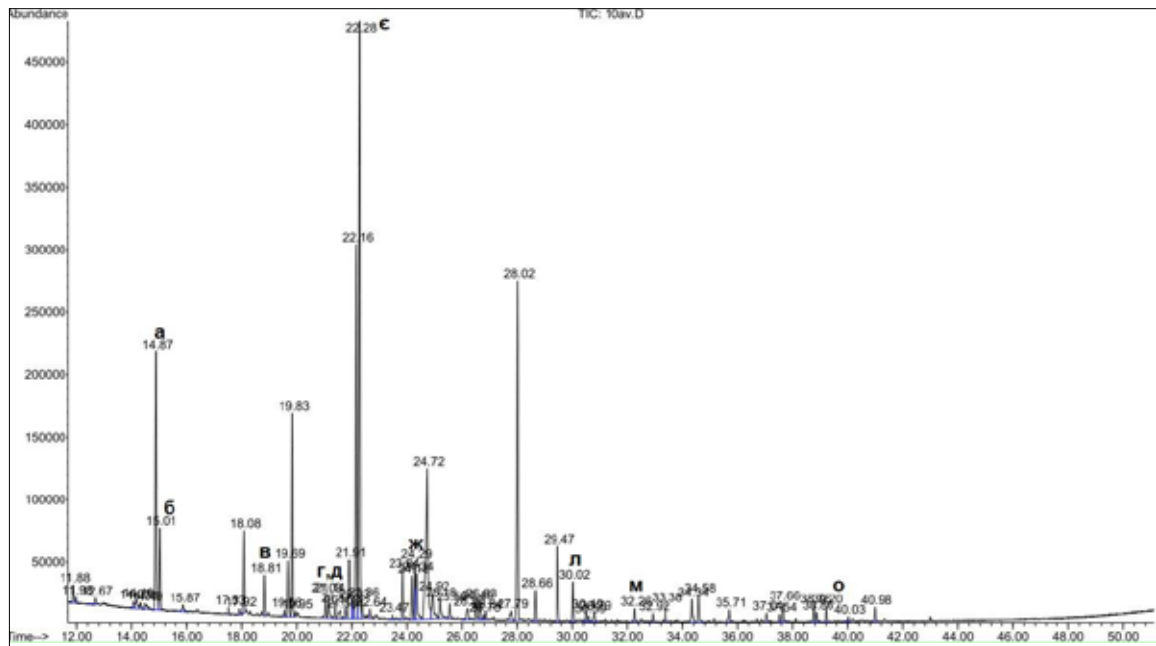


Рис. 3. Хроматограма вільних амінокислот екстракту густого трави шавлії блискучої

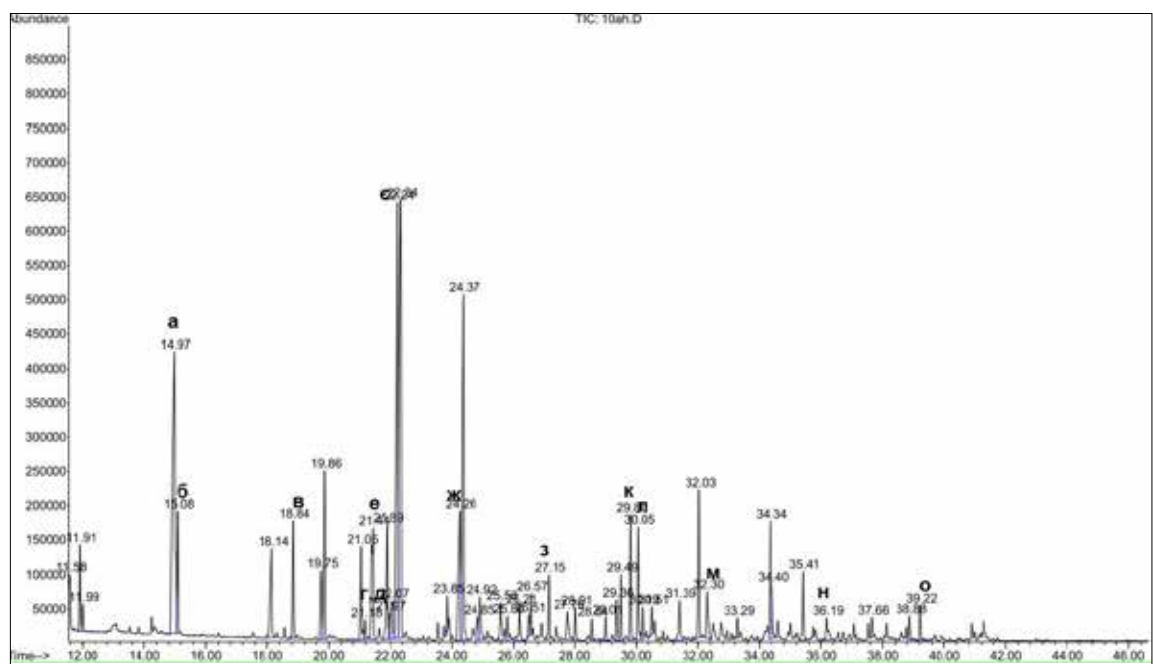


Рис. 4. Хроматограма суми вільних і зв'язаних амінокислот екстракту густого трави шавлії блискучої

Таблиця 2 – Амінокислотний склад екстракту густого трави шавлії блискучої

Назва амінокислоти	Час утримання, хв	Середня площа піків		Вміст, мг/г(М+I-m, n=3)		
		вільні	загальні	вільні	загальні	зв'язані
Аланін	14,99	6130501	24414772	12,657 ± 0,127	25,547 ± 0,256	12,890 ± 0,129
Гліцин **	15,07	1675624	4472546	3,459 ± 0,036	4,680 ± 0,047	1,220 ± 0,012
Валін *	18,87	755698	4398716	1,560 ± 0,016	4,603 ± 0,046	3,042 ± 0,030
Лейцин *	21,1	492156	3923763	1,016 ± 0,010	4,106 ± 0,041	3,090 ± 0,031
Серин **	21,2	633944	831042	1,309 ± 0,013	0,870 ± 0,009	0,439 ± 0,004
Ізолейцин *	21,43	–	7399889	–	7,743 ± 0,077	7,743 ± 0,077
Пролін **	22,31	469705	29081092	0,970 ± 0,010	30,429 ± 0,304	29,460 ± 0,295
Аспарагінова кислота	24,23	1038894	9168944	2,145 ± 0,022	9,594 ± 0,096	7,449 ± 0,075
Глутамінова кислота	27,15	–	2594287	–	2,715 ± 0,027	2,715 ± 0,027
Метіонін	27,44	–	1779759	–	1,589 ± 0,048	1,589 ± 0,048
Цистеїн	29,72	–	4818665	–	5,042 ± 0,050	5,042 ± 0,050
Фенілаланін *	30,05	797325	4792260	1,646 ± 0,017	5,014 ± 0,050	3,368 ± 0,034
Глутамін **	32,27	326731	2563473	0,675 ± 0,007	2,682 ± 0,027	2,008 ± 0,020
Лізін *	36,2	–	1578749	–	1,652 ± 0,017	1,652 ± 0,017
Тирозин **	39,25	301848	1443662	0,623 ± 0,006	1,511 ± 0,015	0,887 ± 0,009
Сума амінокислот				26,060 ± 0,261	106,187 ± 1,062	80,126 ± 0,801

Домінуючі кількості серед зв'язаних амінокислот у досліджуваному екстракті були встановлені для проліну (29,460 мг/г), аланіну (12,890 мг/г) та ізолейцину (7,743 мг/г). Сумарний вміст зв'язаних амінокислот перевищував сумарний вміст вільних амінокислот у 3 рази.

Порівняльний аналіз амінокислотного складу трави шавлії блискучої та екстракту густого свідчив, що за якісним складом амінокислот екстракт густий трави шавлії блискучої дещо поступався сировині. Треонін та метіонін не були ідентифіковані в екстракті густому трави шавлії блискучої. Але сумарний вміст як вільних, так і зв'язаних амінокислот був вищий в екстракті густому трави шавлії блискучої.

ВИСНОВКИ. 1. Методом газової хромато-мас-спектрометрії проведено визначення якісного складу та кількісного вмісту вільних і зв'язаних амінокислот у траві шавлії блискучої та екстракті густому.

2. У траві шавлії блискучої у вільному стані ідентифіковано 11, у зв'язаному – 16 амінокислот, в екстракті густому трави шавлії блискучої – 10 і 14 амінокислот відповідно. Для трави шавлії блискучої домінуючим сполуками визначені у вільному стані аланін (3,591 мг/г), валін (0,303 мг/г) і пролін (8,669 мг/г), у зв'язаному – аспарагінова кислота (8,605 мг/г), лейцин (15,060 мг/г) і пролін (9,598 мг/г). Сполуками, що містяться

у великій кількості в екстракті густому трави шавлії блискучої, у вільному стані є фенілаланін (1,646 мг/г), валін (1,560 мг/г), гліцин (3,459 мг/г) і аланін (12,657 мг/г), у зв'язаному – пролін (29,460 мг/г), аланін (12,890 мг/г) та ізолейцин (7,743 мг/г).

3. Результати амінокислотного аналізу будуть використані для стандартизації трави та екстракту густого шавлії блискучої.

ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО КОНФЛІКТУ ІНТЕРЕСІВ: автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ФІНАНСУВАННЯ: дослідження проведено за власний кошт, без зовнішнього фінансування.

ВІДПОВІДНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ СТАТТІ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ/ДОСЛІДЖЕНЬ/ЛІКУВАННЯ НОРМАМ БІОЕТИКИ: усі обстеження та дослідження проведено відповідно до норм біоетики.

ВНЕСОК КОЖНОГО З АВТОРІВ: В. С. Кисличенко – концепція та ідея дослідження, загальна постановка завдання 50 %. Ю. А. Беркало – реалізація дослідження, збір і аналіз даних, написання рукопису 50 %.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДОСТУПНІСТЬ ПЕРВИННИХ ДАНИХ: Первинні дані, що підтверджують результати цього дослідження

доступні за обґрунтованим запитом до авторів, з урахуванням вимог конфіденційності та етичних норм.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: Автори рукопису засвідчують, що у процесі проведення дослідження та підготовки цього рукопису не використовували жодних інструментів або

сервісів генеративного штучного інтелекту для виконання будь-яких завдань, перелічених у Таксономії делегування завдань генеративному штучному інтелекту «GAIDeT» (Generative Artificial Intelligence Delegation Taxonomy, 2025 р.). Усі етапи роботи – від концептуалізації до фінального редагування – виконані без залучення генеративного штучного інтелекту, виключно авторами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Barchuk, A., & Voloshchuk, T. (2024, May 17). Pharmacognostic study of the properties of *Divina vulgaris*. In *Doctors and Nurses: Transformation in War and Post-War Recovery. Proceedings of Student Science Days-2024 within the II International Scientific-Practical Conference* (pp. 78–79). [in Ukrainian].
2. Berkalo, Y. A., & Kuznetsova, V. Y. (2024, November 27). Study of phenolic acids in *Salvia splendens* herb. In *Modern Achievements in Pharmaceutical Technology. Proceedings of the XI International Scientific-Practical Conference* (p. 214). Kharkiv, Ukraine: NFU Publishing [in Ukrainian].
3. Berkalo, Y. A., Kuznetsova, V. Y., & Kyslychenko, V. S. (2023, May 18). Phytochemical study of *Salvia splendens* herb. In *Modern Chemistry of Medicines. Proceedings of the International Internet Conference* (p. 115). Kharkiv, Ukraine: NFU. [in Ukrainian].
4. Chekman, I. S., et al. (2014). Application of amino acids for the creation of nanostructures. *Biotechnology Acta*, 7 (6), 69–77. DOI: 10.15407/biotech7.06.083 [in Ukrainian].
5. Zotsenko, L. O., & Tsurkan, O. O. (2017). Amino acid composition of aerial parts of *Elsholtzia stauntonii* Benth. *Collection of Scientific Works of NMAPE named after P. L. Shupyk*, 28, 51–57. [in Ukrainian].
6. Iosypenko, O. O., Kyslychenko, V. S., & Omelchenko, Z. I. (2020). Study of amino acid composition of zucchini leaves. *Medical and Clinical Chemistry*, 22 (2), 72–80. DOI: 10.11603/mcch.2410-681X.2020.v.i2.11363 [in Ukrainian].
7. Korytko, O. O. (2019). On the role and application of amino acids. *Scientific Bulletin of LNUVMB named after S. Z. Gzhytsky. Series: Agricultural Sciences*, 21 (91), 116–122. DOI:10.32718/nvlvet-a9121[in Ukrainian].
8. Mosula, L., & Mosula, V. (2023). Search for prospective plants among representatives of the genus *Hydrangea L.* (literature review). *Phytotherapy Journal*, 3, 113–118. DOI: 10.32782/2522-9680-2023-3-113[in Ukrainian].
9. Pinkevich, V. O., Zhuravel, I. O., & Burda, N. E. (2020). Study of amino acid composition of *Matthiola bicornis* (Sibth. & SM.) DC raw materials, Queen of Night variety. *Medical and Clinical Chemistry*, 22 (3), 48–53. DOI:10.11603/mcch.2410-681X.2020.v.i3.11533 [in Ukrainian].
10. Simakhina, H. O., & Naumenko, N. V. (2020). Optimal selection of amino acids to overcome protein deficiency. *Scientific Works of NUHT*, 26 (5), 170–181. DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-4-21 [in Ukrainian].
11. Zaichenko, G. V., et al. (2021). Pharmacodynamics of amino acids. *Bulletin of Problems in Biology and Medicine*, 1 (159), 264–272. DOI: 10.29254/2077-4214-2021-1-159-264-272 [in Ukrainian].
12. Shumakov, V. O. (2021). Effectiveness of therapy in patients with ischemic heart disease using a fixed combination of L-arginine and L-carnitine from the perspective of evidence-based medicine. *Ukrainian Medical Journal*, 3 (143), 2–6. DOI:10.32471/umj.1680-3051.143.207515 [in Ukrainian].
13. Chen, W. P., et al. (2010). Microscale analysis of amino acids using gas chromatography–mass spectrometry after methyl chloroformate derivatization. *Journal of Chromatography B*, 878 (24), 2199–2208. DOI: 10.1016/j.jchromb.2010.06.027
14. Mittal, A., & Narayan, S. (2018). Anti-aging effect of leaves of different extract *Salvia splendens*. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 9 (3), 36–46.
15. Mittal, A., & Narayan, S. (2018). Red sage, a Chinese plant: A review of phytochemical and pharmacological studies. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 9 (3), 21–24. DOI: 10.22377/ijpba.v9i03.1653
16. Narayan, S., & Mittal, A. (2015). *Salvia splendens* Roem. ex Schult.: A review of phytochemical and pharmacological studies. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4 (8), 957–964.
17. Marchyshyn, S., Duyun, I., Boiko, L., & Vasilyshyn, N. (2024). Analysis of the amino acid composition of yarrow grass (*Achillea collina* J. Becker ex Reichenb). *Fitoterapiya. Chasopys*, 2, 183–189. DOI: 10.32782/2522-9680-2024-2-183
18. Chopra, M. P., Mazumder, P. M., Sasmal, D., & Patro, S. K. (2015). Phytochemical, antioxidant and antimicrobial studies of *Salvia splendens* leaves. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7 (10), 724–728. DOI: 10.13140/RG.2.1.4642.5204
19. Vancompernelle, B., Croes, K., & Angenon, G. (2016). Optimization of a gas chromatography–mass spectrometry method with methyl chloroformate derivatization for quantification of amino acids in plant tissue. *Journal of Chromatography B*, 1017, 241–249. DOI: 10.1016/j.jchromb.2016.02.020

Адреса для листування: berkalo.yulia@gmail.com

STUDY OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF SAGE OF THE GRASS AND THE EXTRACT OF THE THICK

Summary

Introduction. Amino acids play a crucial role in human metabolism, participating in protein synthesis and regulation of biochemical processes. Medicinal plants are a promising source of amino acids; however, information on the amino acid composition of *Salvia splendens* remains insufficient.

Aim. To investigate the qualitative composition and quantitative content of free and bound amino acids in the herb of *Salvia splendens* and its thick extract.

Materials and methods. The amino acid composition was determined using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) with an Agilent 6890N/5973 inert system. Amino acids were identified by retention times and mass spectra, and their content was quantified using an internal standard.

Results. Eleven free and sixteen bound amino acids were identified in the herb of *Salvia splendens*, while ten free and fourteen bound amino acids were detected in the thick extract. In the free form, alanine, valine, and proline predominated in the herb, whereas aspartic acid, leucine, and proline were dominant in the bound form. In the thick extract, alanine, glycine, phenylalanine, and valine prevailed in the free form, while proline, alanine, and isoleucine dominated in the bound form. The total content of bound amino acids exceeded that of free amino acids.

Conclusions. The herb of *Salvia splendens* and its thick extract contain a significant amount of amino acids, predominantly in the bound form. The obtained results can be used for the standardization of the herbal raw material and the thick extract.

KEY WORDS: *Salvia splendens*; amino acid composition; GC–MS; herb; thick extract.

Дата першого надходження статті до видання: 01.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.02.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 28.04.2026