

І. З. Кернична
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ
ORCID: 0000-0003-2318-6410

ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК МОЛОДИХ ПАГОНІВ ХОЛОДКУ ЛІКАРСЬКОГО ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ АМІНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ

Вступ. Холодок лікарський (*Asparagus officinalis* L.) є харчовою, декоративною та лікарською рослиною з антиоксидантною, сечогінною та гіпотензивною активністю.

Мета дослідження. Визначення морфологічних особливостей і аналіз якісного складу і кількісного вмісту амінокислот у молодих пагонах холодку лікарського, вирощених та зібраних в умовах Тернопільської області.

Методи дослідження. Об'єктом досліджень були молоді пагони, які заготовляли на початку вегетації та висушували за температури 25–35 °С. Компонентний склад і кількісний вміст амінокислот визначали газовим хромато-мас-спектрометричним методом.

Результати й обговорення. Проаналізовано морфологічні особливості молодих пагонів холодку лікарського. У досліджуваній сировині *Asparagus officinalis* було ідентифіковано 11 вільних і 13 зв'язаних амінокислот. Відмічено відсутність L-гліматину та L-тирозину у вільному стані. Сумарний вміст вільних амінокислот становив 1,22 мг/г, тоді як зв'язаних – 78,85 мг/г.

Висновки. Установлено якісний склад і кількісний вміст амінокислотного складу в молодих пагонах холодку лікарського. Серед зв'язаних виявлених сполук найбільша частка припадає на L-лейцин (12,45 мг/г), L-пролін (11,36 мг/г) і L-фенілаланін (9,7 мг/г). У вільному стані переважають L-валін, L-лізін, L-пролін та L-аспарагінова кислота.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *Asparagus officinalis*; фітоценози; пагони; амінокислоти; газова хромато-мас-спектрометрія; морфологічні особливості.

ВСТУП. Холодок лікарський (*Asparagus officinalis* L., грец. *Asparagos* – спаржа) родини холодкових (*Asparagaceae*) є харчовою, декоративною та лікарською рослиною [1], яка поширена майже на всіх континентах [2]. Цей вид на території України трапляється як у природних фітоценозах, так і в умовах культури. З огляду на високі органолептичні властивості рослини та можливість одержання ранньої продукції попит на цю культуру зростає, що підтверджується щорічним збільшенням обсягів її імпорту як цінного овочу [3].

Молоді пагони *Asparagus officinalis* характеризуються високою дієтичною цінністю [4]. Індійські дослідники встановили, що рослина належить до низькокалорійних продуктів: 100 г сирової маси містять 3,9 г вуглеводів, 0,12 г ліпідів і 2,2 г білків, а енергетична цінність становить лише 21 ккал [1]. Кореневища й корені рослини містять аспарагін, аргінін, стероїдні сапоніни, кумарини, вуглеводи (до 3,1 %), ефірну олію (сліди), мають багато клітковини, що сприяє травленню, а також є джерелом рослинного білка. Молоді пагони мають значний вміст

вітамінів, мінеральних елементів, фолієвої кислоти, сапонінів, амінокислот, флавоноїдів та інших вторинних компонентів, що зумовлює популярність їх використання у збалансованому харчуванні [5; 6].

У народній медицині застосовують кореневища, корені, молоді пагони та плоди *Asparagus officinalis* [7]. Настой різних частин рослини рекомендують як засоби загальнозміцнювальної дії, зокрема, для підтримки функціонального стану опорно-рухового апарату, нирок, печінки та серцево-судинної системи. Доведено, що вони проявляють антиоксидантну, сечогінну та гіпотензивну активність [1]. У кулінарній практиці пагони використовують свіжими або після термічної обробки, як інгредієнт супів, салатів та інших страв. Продуктивність культури визначається кількістю та розмірами пагонів, їхніми морфологічними характеристиками (забарвленням, структурою, формою та величиною верхівкової частини), а також темпами відростання [4]. Уживають в основному так звані зелені та білі пагони рослини, різниця між якими зумовлена технологічними особливостями їх вирощування. Заготівлю здійснюють навесні. Формування білих пагонів відбувається за умов повної ізоляції від світла

(у ґрунті або під плівковим укриттям), тоді як у зелених – завдяки інсоляції синтезується хлорофіл, що визначає їхнє характерне забарвлення та щільнішу структуру. За органолептичними показниками білі пагони є ніжнішими, тоді як зелені характеризуються вираженим трав'янистим присмаком. Існують ще фіолетові форми, які трапляються рідше, їм властива пікантна гірчинка, однак під дією термічної обробки антоціанові пігменти руйнуються [1].

У Лісостепі України вирощування та заготівля молодих соковитих пагонів (списів) спаржі розпочинаються у другій-третьій декаді квітня та тривають місяць-півтора. Висока чутливість цієї культури до температури ґрунту зумовлює їх нерівномірне формування впродовж усього періоду збору [8]. Застосування сучасних генотипів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, а також упровадження різноманітних прийомів регулювання росту й розвитку рослин дозволяють забезпечити стабільне їх постачання на внутрішній і зовнішній ринки [9].

Мета роботи – визначення морфологічних особливостей і аналіз якісного складу та кількісного вмісту амінокислот у молодих пагонах холодку лікарського (*Asparagus officinalis* L.).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Об'єктами для дослідження були молоді пагони холодку лікарського. Рослини культивували на чорноземно-опідзолених ґрунтах Тернопільської

області у відкритих, добре освітлених місцях. Морфологічний аналіз і заготівлю сировини здійснювали на початковому етапі вегетації, коли з підземних кореневищ відростали молоді пагони-списи з нерозкритими суцвіттями та лускоподібними видозміненими листками. Збір сировини (молодих зелених пагонів) проводили у травні-червні. Рослинний матеріал зрізали ножом і сушили повітряно-тіньовим способом за температури 25–30 °С, розкладаючи його тонким рівномірним шаром.

Хроматографічне розділення амінокислотного складу висушених пагонів проводили на газовій хромато-мас-спектрометричній системі (далі – ГХ-МС) «Agilent 6890N/5973inert» (Agilent technologies (США)) [10–12], з використанням капілярної колонки «HP-5ms» (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm, Agilent technologies (США)). Температура випаровувача була 250 °С, температура інтерфейсу 280 °С. Розділення проводили в режимі програмування температури – початкову температуру 50 °С витримували впродовж 4 хв, піднімали із 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 у діапазоні 38–400 m/z. Швидкість потоку газу носія через колонку 1,0 мл/хв.

Ідентифікацію амінокислот проводили шляхом порівняння із часом утримання стандартів амінокислот і за наявністю

Таблиця 1 – Час утримання стандартних зразків амінокислот

Амінокислота	Час виходу, хв	Молекулярний іон (m/z)	Головні фрагментарні іони (m/z)
Гліцин	14,35	147	88
Лейцин	20,34	203	144, 115, 102, 88
Аланін	14,35	161	102, 88
Валін	18,12	189	146, 130, 115, 98
Серин	20,66	191	176, 144, 114, 100, 88
Треонін	20,91	205	147, 115, 100, 88
Ізолейцин	21,15	203	144, 115, 101, 88
Пролін	21,52	187	128, 82
Аспарагін	21,76	262	146, 127, 95
Аспарагінова кислота	23,47	219	160, 128, 118, 101
Глутамінова кислота	26,41	233	201, 174, 142, 114
Метіонін	26,72	221	147, 128, 115
Цистеїн	28,77	192	192, 176, 158, 146, 132
Фенілаланін	29,32	237	178, 162, 146, 131, 103, 91
Глутамін	31,49	276	141, 109, 82
Лізин	35,49	276	244, 212, 142, 88
Гістидин	36,54	285	254, 226, 210, 194, 140, 81
Тирозин	38,43	296	252, 236, 220, 192, 165, 146, 121
Триптофан	40,41	276	130

репрезентативних молекулярних і фрагментарних іонів (табл. 1).

Кількісний вміст амінокислот встановлювали із застосуванням внутрішнього стандарту, додаючи до кожного зразка 50 мкг норваліну. Вміст зв'язаних амінокислот визначали шляхом віднімання показника вільних амінокислот від їх загального вмісту [10].

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. У період культивування рослини в умовах Тернопільської області було відмічено, що вегетаційний період *Asparagus officinalis* характеризувався чіткою послідовністю морфогенетичних змін, які охоплювали чотири основні фази формування пагонів (формування головок,

бутонізації, слабо та добре розкритої волоті). Ці періоди онтогенезу описані у працях низки науковців [1; 4]. Нами відзначено, що в першу фазу відбувалося формування головок, з кореневища відростали пагоно-списи, які були вкриті щільно притиснутими видозміненими листками-лусочками. Молоді зелені пагони рослини мали гладкі стебла циліндричної форми, прямостоячі, потовщені, соковиті та м'ясисті. На їхній верхівці росла щільна, нерозкрита брунька (або «голівка»), що нагадувала «шишку», адже складалася із лускатих листочків, які щільно прилягали один до одного. Загалом, ця стадія онтогенезу визначається активною меристематичною діяльністю та мінімальним

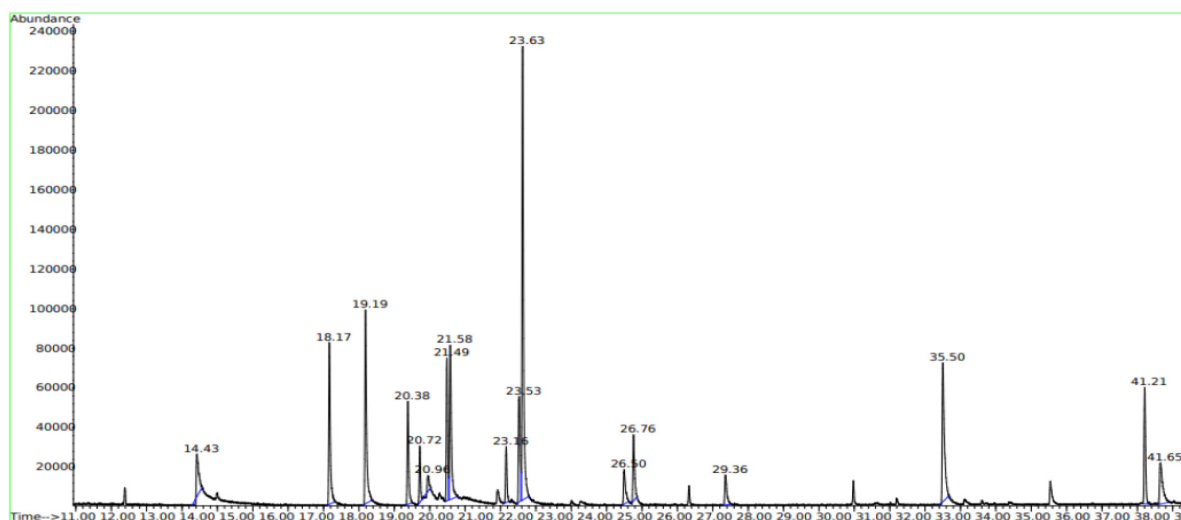


Рис. 1. ГХ-МС-хроматограма, отримана в умовах визначення вільних амінокислот у молодих пагонах холодку лікарського

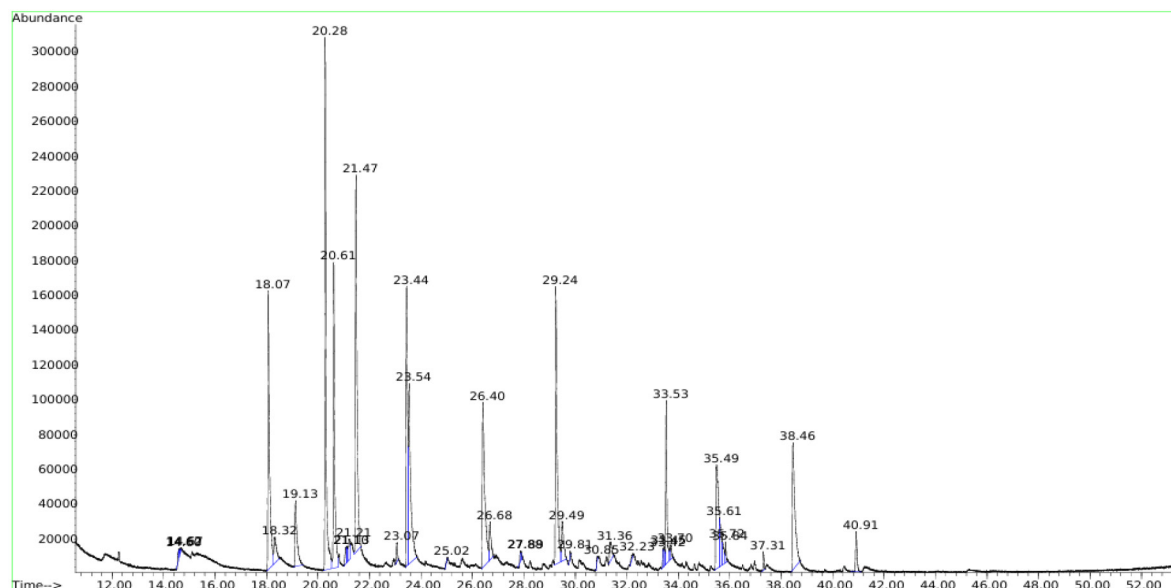


Рис. 2. ГХ-МС-хроматограма амінокислот, отримана після гідролізу в молодих пагонах холодку лікарського

ступенем диференціації надземних органів. Саме ці пагони, соковиті, з ніжною консистенцією та оптимальними смаковими властивостями, використовували для збору та подальших досліджень із визначення амінокислотного складу. Це пов'язано з тим, що після переходу рослини до наступної фази бутонізації інтенсивні процеси диференціації та лігніфікації тканин спричиняють здерев'яніння пагонів, появу гіркої присмаку та втрату харчової цінності [4].

На основі проведеного ГХ-МС аналізу нами було виявлено та визначено вміст 11 вільних і 13 зв'язаних амінокислот у молодих пагонах холодку лікарського (табл. 1). Результати дослідження представлено на рисунках 1, 2, у таблиці 2. Сумарний вміст вільних амінокислот становив 1,22 мг/г, тоді як зв'язаних – 78,85 мг/г, від загального вмісту визначених у рослині сполук.

Експериментально нами було визначено вміст 8 замісних амінокислот у молодих пагонах *Asparagus officinalis*, а саме: L-аспарагінову кислоту, L-аланін, гліцин, L-глутамін, L-глутамінову кислоту, L-серин, L-пролін, L-тирозин (табл. 2).

L-ізомер аспарагінової кислоти було вперше ідентифіковано в 1868 р. з *Asparagus officinalis*. Вона застосовується як компонент препаратів для парентерального харчування, D-ізомер – використовується переважно у складі біодобавок для спортсменів і засобів, що застосовуються для підтримки та відновлення чоловічої репродуктивної функції [13]. За результатами експериментальних досліджень її сумарний вміст становить 8,13 мг/г.

Серед інших замісних амінокислот значну кількість відмічено також L-проліну (11,52 мг/г) та L-серину (7,61 мг/г), таблиця

2. Вони виявлені як у вільному, так і у зв'язаному стані в досліджуваній сировині.

Доведено, що пролін бере участь у багатьох біологічних процесах у клітині, як-от синтез енергії, передача сигналів, стресостійкість, імунна відповідь, транскрипції ДНК та міграція клітин, регуляція гомеостазу та клітинна відповідь на стрес [14].

Серин є ключовим метаболітом, що забезпечує синтез нуклеотидів, глутатіону, підтримує клітинний поділ і антиоксидантний захист [15]. Окрім того, L-серин бере участь у регуляції енергетичного обміну, ліпідного синтезу й адаптації клітин до стресу, що підкреслює його системну роль у гомеостазі організму [16].

У складі незамінних зв'язаних амінокислот досліджуваної сировини домінують L-лейцин (12,45 мг/г), L-фенілаланін (9,70 мг/г) і L-валін (8,67 мг/г). Науковцями відмічено, що лейцин відіграє ключову роль у регуляції білкового синтезу [17], підтримує м'язовий анаболізм, забезпечує надходження метаболітів для енергетичного обміну, а також бере участь у глюкозному гомеостазі й процесах тканинної репарації [18]. Аналогічно й валін стимулює синтез білка, є необхідним компонентом відновлення міофібрил і запобігає їхній атрофії під час фізичного навантаження [19], він впливає на метаболізм, сприяє нормальному функціонуванню імунної системи, запобігає розвитку запальних процесів в організмі [20; 21]. Експериментально встановлено, що незамінна амінокислота фенілаланін є попередником для утворення тирозину, а також дофаміну, нейромедіаторів норадреналіну й адреналіну через шлях фенілаланінгідроксилази. Її метаболізм важливий для функціонування центральної

Таблиця 2 – Амінокислотний склад (мг/г) молодих пагонів *Asparagus officinalis*

Амінокислота	Вміст амінокислот		
	Вільні	Зв'язані	Сума
L-аланін + гліцин	0,07	0,19	0,26
L-валін	0,21	8,67	8,88
L-лейцин	0,12	12,45	12,57
L-серин	0,06	7,55	7,61
L-треонін	0,02	0,48	0,50
L-пролін	0,16	11,36	11,52
L-аспарагінова кислота	0,14	7,99	8,13
L-глутамінова кислота	0,06	7,68	7,74
L-метіонін	0,09	1,25	1,33
L-фенілаланін	0,05	9,70	9,75
L-глутамін	–	0,72	0,72
L-лізін	0,24	4,52	4,76
L-тирозин	–	6,29	6,29

нервової системи, регуляції настрою і когнітивної активності [22]. Відмічають також, що фенілаланін може мати адаптивні функції, активувати енергетичні сигнальні шляхи під час гіпоксії, що може бути корисним в умовах низького кисневого тиску чи стресу. Це відкриває перспективи для його використання в терапії гіпоксичних станів [23].

Цікавими є дані сучасних наукових досліджень, що полягають у порівнянні вмісту амінокислот залежно від частин рослини. Так, було доведено, що їхній вміст був високим у молодому стеблі, тоді як у листі значно нижчим [24]. Відмічено, що після збору врожаю свіжі пагони *Asparagus officinalis* швидко псуються [4]. Термін зберігання цього овочу короткий, тому часто використовують заморожування та консервування [9]. Польським дослідником [25] доказано високу органолептичну якість зеленої спаржі як готової до вживання їжі, а також відмічено збереження антиоксидантних сполук (вітамін С, каротиноїди, поліфеноли) у замороженому продукті. Дослідження інших науковців підтверджують факти зростання загального вмісту амінокислот після кулінарної обробки (варіння) та заморожування (з 1 740 мг/100 г амінокислот у сирій сировині до 1 912 мг/100 г в оброблених продуктах), однак вміст амінокислоти тирозину зменшувався на 50–56 % [26].

ВИСНОВКИ. 1. Методом ГХ-МС здійснено аналіз і визначення вмісту амінокислотного

складу в молодих пагонах холодку лікарського у фазу нерозкритої головки: ідентифіковано 11 вільних і 13 зв'язаних амінокислот. Серед зв'язаних амінокислот домінували L-лейцин (12,45 мг/г), L-пролін (11,36 мг/г), L-фенілаланін (9,7 мг/г). У вільному стані переважали L-валін, L-лізин, L-пролін і L-аспарагінова кислота.

2. Отримані експериментальні результати вказують на перспективність подальших досліджень *Asparagus officinalis* та вивчення амінокислотного складу молодих пагонів рослини залежно від особливостей їх зберігання, а також щодо розширення сфер використання цієї культури.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ФІНАНСУВАННЯ: особисті кошти.

ВІДПОВІДНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ СТАТТІ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ/ДОСЛІДЖЕНЬ/ЛІКУВАННЯ НОРМАМ БІОЕТИКИ (протокол комісії з біоетики): експериментальна частина роботи виконана з використанням рослинного матеріалу та не передбачає протоколу з біоетики.

ВНЕСОК КОЖНОГО З АВТОРІВ ЗГІДНО З ТАКСОНОМІЄЮ CRediT: стаття одноосібна, отже, опрацьована й виконана автором публікації.

ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО КОНФЛІКТУ ІНТЕРЕСІВ: конфлікт інтересів відсутній.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Begum A., Sindhu K., Giri K. [et al.]. Pharmacognostical and physio-chemical evaluation of Indian *Asparagus officinalis* Linn family *Lamiaceae*. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* 2017. № 9. P. 327–336.
2. Pegiou E, Mumm R, Acharya P. et al. Green and White Asparagus (*Asparagus officinalis*): A Source of Developmental, Chemical and Urinary Intrigue. *Metabolites*. 2019. Dec 25. 10 (1). P. 17. DOI: 10.3390/metabo10010017
3. Булгаков П. О., Прісс О. П. Зберігання спаржі з використанням захисних покриттів і пакування. *Information activity as a component of science development: The 13th International scientific and practical conference*, April 4–7, 2023. Едмонтон, Канада : International Science Group. 2023. P. 21.
4. Altunel Tayyibe Azikguz. Morphological and habitat characteristics of *Asparagus* (*Asparagus officinalis* L.) and socio-economic structure of producers. 2021. P. 1092–1099.

5. Bratkov V. M., Shkondrov A. M., Zdraveva P. K., Krasteva I. N. Flavonoids from the Genus *Astragalus*: Phytochemistry and Biological Activity. *Pharmacogn Rev.* 2016. № 10 (19). P. 11–32.
6. Wang C., Cheng D., Zhao D. et al. Chemical constituents of *Asparagus officinalis*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2023. № 59 (2). P. 410–411.
7. Фармацевтична енциклопедія / гол ред. ради В. П. Черних. 3-тє вид., переробл. і доповн. Київ : МОРИОН, 2016. 1952 с.
8. Івченко Т. В., Лялюк О. С. Вплив гібрида і способів вирощування *Asparagus officinalis* L. на строки надходження спаржі в умовах Лісостепової зони України. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2022. № 14. С. 44–50.
9. Івченко Т. В., Лялюк О. С. Ефективність короткострокового зберігання спаржі зеленої. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 32–40.
10. Chen W. P. et al. Microscale analysis of amino acids using gas chromatography – mass spectrometry

after methyl chloroformate derivatization. *Journal of chromatography*. 2010. 878 (24). P. 2199–2208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2010.06.027>

11. Vancompernelle B., Croes K., Angenon G. Optimization of a gas chromatography-mass spectrometry method with methyl chloroformate derivatization for quantification of amino acids in plant tissue. *Journal of Chromatography*. 2016. T. 1017. P. 241–249.

12. Nguyen T. V., Alfaro A. C., Young T. Protocol for Methyl ChloroFormate (MCF) Derivatization of Extracted Metabolites from Marine Bivalve Tissues. 2018. P. 1–2.

13. Kolukisaoglu Ü. D-amino acids in plants: sources, metabolism, and functions. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. 21 (15). 5421 p.

14. Umumararungu T., Gahamanyi N., Mukiza J. et al. Proline, a unique amino acid whose polymer, polyproline II helix, and its analogues are involved in many biological processes : a review. *Amino acids*. 2024. 56 (1). P. 50. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-024-03410-9>

15. Lyu H., Bao S., Cai L. et al. The role and research progress of serine metabolism in tumor cells. *Front Oncol*. 2025. Apr 8.15. P. 1509662. DOI: 10.3389/fonc.2025.1509662

16. He L., Ding Y., Zhou X. et al. Serine signaling governs metabolic homeostasis and health. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*. 2023. 34 (6). P. 361–372. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tem.2023.03.001>

17. Holowaty M. N. H., Lees M. J., Abou Sawan S. et al. Leucine ingestion promotes mTOR translocation to the periphery and enhances total and peripheral RPS6 phosphorylation in human skeletal muscle. *Amino acids*. 2023. 55 (2). P. 253–261. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00726-022-03221-w>

18. D'Hulst G., Masschelein E., De Bock K. Resistance exercise enhances long-term mTORC1 sensitivity to leucine. *Molecular metabolism*. 2022. 66. P. 101615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2022.101615>

19. Wang C., Peng Y., Zhang Y., Xu J., Jiang S., Wang L., Yin Y. The biological functions and metabolic

pathways of valine in swine. *Journal of animal science and biotechnology*. 2023. 14 (1). P. 135. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00927-z>

20. Du C., Liu W. J., Yang J. et al. The Role of Branched-Chain Amino Acids and Branched-Chain α -Keto Acid Dehydrogenase Kinase in Metabolic Disorders. *Frontiers in nutrition*. 2022. 9. P. 932670. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.932670>

21. Yu D., Richardson N. E., Green C. L. et al. The adverse metabolic effects of branched-chain amino acids are mediated by isoleucine and valine. *Cell metabolism*. 2022. 33 (5). P. 905–922.e6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2021.03.025>

22. Shnitko T. A., Taylor S. C., Stringfield S. J. et al. Acute phenylalanine/tyrosine depletion of phasic dopamine in the rat brain. *Psychopharmacology*. 2016. 233 (11). P. 2045–2054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00213-016-4259-0>

23. Shnitko T. A., Taylor S. C., Stringfield S. J. et al. Acute phenylalanine/tyrosine depletion of phasic dopamine in the rat brain. *Psychopharmacology*. 2016. 233 (11), P. 2045–2054. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00213-016-4259-0//>

24. Liu W., Sun M., He Y. et al. Quality Evaluation of Asparagus officinalis by Profile of Amino Acids and Mineral Elements in Different Parts Combined with Chemometrics Methods. *Chemistry & biodiversity*. 2024. 21 (3). P. e202301754. DOI: <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301754>

25. Gębczyński P. Content of selected antioxidative compounds in green asparagus depending on processing before freezing and on the period and conditions of storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2007. 57. P. 209–214.

26. Słupski J., Korus A., Lisiewska Z., Kmiecik W. Content of amino acids and the quality of protein in as-eaten green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) products. *International Journal of Food Science and Technology*. April 2010. Vol. 45. Is. 4. P. 733–739. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02193.x>

REFERENCES

1. Begum, A., Sindhu, K., Giri, K., Umera, F., Gauthami, G., Kumar, J. V., ... & Dutt, R. (2017). Pharmacognostical and physio-chemical evaluation of Indian *Asparagus officinalis* Linn family Lamiaceae. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res*, 9, 327–336. [in English].

2. Pegiou, E., Mumm, R., Acharya, P., de Vos, R. C. H., & Hall, R. D. (2019). Green and White Asparagus (*Asparagus officinalis*): A Source of Developmental, Chemical and Urinary Intrigue. *Metabolites*, 10 (1), 17. DOI: 10.3390/metabo10010017

3. Bulhakov, P. O., & Prys, O. P. (2023). Asparagus storage using protective coatings and packaging. In *The 13th International scientific and practical conference "Information activity as a component of science development"* (April 4–7, 2023), mat. scien.-pract. Conf. – International Science Group. Edmonton, Canada, 21. [in English].

4. Altunel, Tayyibe Azikguuz. (2021). Morphological and habitat characteristics of *Asparagus* (*Asparagus officinalis* L.) and socio-economic structure of producers, 1092–1099. [in English].

5. Bratkov, V. M., Shkondrov, A. M., Zdraveva, P. K., & Krasteva, I. N. (2016). Flavonoids from the Genus *Astragalus*: Phytochemistry and Biological Activity. *Pharmacogn Rev*, 10 (19), 11–32. [in English].

6. Wang, C., Cheng, D., Zhao, D., Wang, L., & Yan, M. (2023). Chemical constituents of *Asparagus officinalis*. *Chemistry of Natural Compounds*, 59 (2), 410–411. [in English].

7. Chernykh, V. P. (2016). *Pharmaceutical Encyclopedia*. Kyiv : Morion, 1952 p. [in Ukrainian].

8. Ivchenko, T. V., & Lialiuk, O. S. (2022). The influence of hybrid and methods of cultivation of *Asparagus officinalis* L. on the terms of production receipt of green asparagus in the condition of the Forest-Step

zone of Ukraine. *Agricultural innovations*, 14, 44–50. [in Ukrainian].

9. Ivchenko, T. V., & Lialiu, O. S. (2022). Evaluation of efficiency of short-term storage of green asparagus. *Agricultural innovations*, 11, 32–40. [in Ukrainian].

10. Chen, W. P., et al. (2010). Microscale analysis of amino acids using gas chromatography-mass spectrometry after methyl chloroformate derivatization. *Journal of Chromatography*, 878 (24), 2199–2208. DOI: 10.1016/j.jchromb.2010.06.027

11. 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*, 1017, 241–249. [in English].

12. Nguyen, T. V., Alfaro, A. C., & Young, T. (2018). Protocol for Methyl ChloroFormate (MCF) Derivatization of Extracted Metabolites from Marine Bivalve Tissues, 1–2. [in English].

13. Kolukisaoglu, Ü. (2020). D-amino acids in plants: sources, metabolism, and functions. *International Journal of Molecular Sciences*, 21 (15), 5421. DOI: 10.3390/ijms21155421

14. Umumararungu, T., Gahamanyi, N., Mukiza, J., Habarurema, G., Katandula, J., Rugamba, A., & Kagisha, V. (2024). Proline, a unique amino acid whose polymer, polyproline II helix, and its analogues are involved in many biological processes: a review. *Amino Acids*, 56 (1), 50. DOI: 10.1007/s00726-024-03410-9.

15. Lyu, H., Bao, S., Cai, L., Wang, M., Liu, Y., Sun, Y., & Hu, X. (2025). The role and research progress of serine metabolism in tumor cells. *Front Oncol*, 15, 1509662. DOI: 10.3389/fonc.2025.1509662

16. He, L., Ding, Y., Zhou, X., Li, T., & Yin, Y. (2023). Serine signaling governs metabolic homeostasis and health. *Trends in Endocrinology and Metabolism: TEM*, 34 (6), 361–372. DOI: 10.1016/j.tem.2023.03.001

17. Holowaty, M. N. H., Lees, M. J., Abou Sawan, S., Paulussen, K. J. M., Jdger, R., Purpura, M., ... & Moore, D. R. (2023). Leucine ingestion promotes mTOR translocation to the periphery and enhances total and peripheral RPS6 phosphorylation in human skeletal

muscle. *Amino Acids*, 55 (2), 253–261. DOI: 10.1007/s00726-022-03221-w.

18. D'Hulst, G., Masschelein, E., & De Bock, K. (2022). Resistance exercise enhances long-term mTORC1 sensitivity to leucine. *Molecular Metabolism*, 66, 101615. DOI: 10.1016/j.molmet.2022.101615

19. Wang, C., Peng, Y., Zhang, Y., Xu, J., Jiang, S., Wang, L., & Yin, Y. (2023). The biological functions and metabolic pathways of valine in swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14 (1), 135. DOI: 10.1186/s40104-023-00927-z

20. Du, C., Liu, W. J., Yang, J., Zhao, S.S., & Liu, H.X. (2022). The Role of Branched-Chain Amino Acids and Branched-Chain α -Keto Acid Dehydrogenase Kinase in Metabolic Disorders. *Frontiers in Nutrition*, 9, 932670. DOI: 10.3389/fnut.2022.932670

21. Yu, D., Richardson, N. E., Green, C. L., Spicer, A. B., Murphy, M. E., Flores, V., ... & Lammung, D. W. (2021). The adverse metabolic effects of branched-chain amino acids are mediated by isoleucine and valine. *Cell Metabolism*, 33 (5), 905–922.e6. DOI: 10.1016/j.cmet.2021.03.025

22. Shnitko, T. A., Taylor, S. C., Stringfield, S. J., Zandy, S. L., Cofresh, R. U., Doherty, J. M., ... & Robinson, D. L. (2016). Acute phenylalanine/tyrosine depletion of phasic dopamine in the rat brain. *Psychopharmacology*, 233 (11), 2045–2054. DOI: 10.1007/s00213-016-4259-0

23. Liu, W., Sun, M., He, Y., Guo, Q., Zhang, L., Wang, Z., & Zhang, G. (2024). Quality Evaluation of *Asparagus officinalis* by Profile of Amino Acids and Mineral Elements in Different Parts Combined with Chemometrics Methods. *Chemistry & Biodiversity*, 21 (3), e202301754. DOI: 10.1002/cbdv.202301754

24. Gębczyński, P. (2007). Content of selected antioxidative compounds in green asparagus depending on processing before freezing and on the period and conditions of storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 209–214. DOI: 10.2478/v10040-007-0025-7

25. Słupski, J., Korus, A., Lisiewska, Z., & Kmiecik, W. (2010). Content of amino acids and the quality of protein in as-eaten green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) products. *International Journal of Food Science and Technology*, 45 (4), 733–739. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2010.02193.x

Адреса для листування: kernychna@tdmu.edu.ua

I. Z. Kernychna

IVAN HORBACHEVSKY TERNOPIL NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY
OF THE MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF YOUNG SHOOTS OF *ASPARAGUS OFFICINALIS* L. AND DETERMINATION OF THEIR AMINO ACID COMPOSITION

Introduction. Garden asparagus (*Asparagus officinalis* L.) is anedible, ornamental and medicinal plant with antioxidant, diuretic and hypotensive activity.

The Aim of the Study. Determination of morphological features and analyze the qualitative composition and quantitative content of amino acids in the young shoots of *Asparagus officinalis*, gathered in Ternopil region.

Research Methods. The object of the research was the young shoots of *Asparagus*, which were collected at the beginning vegetation period and dried at a temperature of 25–35 °C. The composition of amino acids was analyzed using gas chromatographic-mass spectrometric method.

Results and Discussion. We analyzed the morphological features of young shoots of *Asparagus*. In the studied raw material, 11 free and 13 bound amino acids were identified. The absence of L-glycine and L-tyrosine in the free state was noted. The total content of free amino acids was 1,22 mg/g, while the bound ones were 78,85 mg/g (of the total content of these compounds identified in the plant).

Conclusions. The qualitative composition and quantitative content of amino acids in young shoots of *Asparagus officinalis* have been established. Among the detected amino acids the largest amount share is L-leucine (12,45 mg/g), L-proline (11,36 mg/g) and L-phenylalanine (9,7 mg/g). In the free state, L-valine, L-lysine, L-proline and L-aspartic acid predominated.

KEY WORDS: *asparagus officinalis*; phytocenoses; shoots; amino acids; gas chromatography-mass spectrometry; morphological features.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2025

Стаття прийнята 29.11.2025

Статтю опубліковано 31.12.2025

