



DOI: <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2025.2.15280>

УДК 615.322+615.071+582.675.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ У ТРАВІ ДВОХ ВИДІВ РОДУ *ANEMONE* L.

Л. М. Тузін, А. Р. Грицик

Івано-Франківський національний медичний університет

ltuzin@ifnmu.edu.ua; agrycyk@ifnmu.edu.ua

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:
02.04.2025

Після доопрацювання / Revised:
26.05.2025

Прийнято до друку / Accepted:
27.05.2025

Ключові слова:

Ranunculaceae,
Anemone,
трава,
органічні кислоти,
газова хроматографія-мас-
спектрометрія,
титриметрія,
аскорбінова кислота,
фітохімічні дослідження,
якісний склад,
кількісний вміст,
лікарські рослини.

АНОТАЦІЯ

Мета дослідження – ідентифікація та визначення кількісного вмісту органічних кислот у траві двох видів анемони.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження була трава анемони дібрової та анемони жовтецевої, заготовлена на території Івано-Франківської області у 2023 р. Органічні кислоти виявляли методом ГХ/МС. Хроматографічне розділення проводили на газовій хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973inert (Agilent technologies, USA). Кількісне визначення вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти проводили титриметричними методами.

Результати й обговорення. Методом ГХ/МС у траві анемони дібрової (*Anemone nemorosa* L.) та анемони жовтецевої (*Anemone ranunculoides* L.) ідентифіковано і встановлено кількісний вміст 7 та 8 органічних кислот відповідно, які представлені дикарбоновими, трикарбоновими та оксокислотами. Методом титриметрії встановлено, що найбільша кількість органічних кислот міститься у сировині анемони дібрової, заготовленої на околицях с. Павлівка Івано-Франківської обл. – $0,91 \pm 0,01\%$, найнижчий – у траві із околиць с. Клубівці Івано-Франківської обл. ($0,84 \pm 0,01\%$). Максимальний вміст аскорбінової кислоти визначено у надземній частині анемони дібрової із околиць с. Озеряни Тернопільської обл., а мінімальний – із околиць с. Клубівці Івано-Франківської обл. ($0,11 \pm 0,006\%$ та $0,06 \pm 0,006\%$ відповідно). Для трави анемони жовтецевої вміст вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти становить $0,90 \pm 0,01\%$ та $0,07 \pm 0,009\%$ відповідно.

Висновки. У зразках анемони дібрової та анемони жовтецевої визначено компонентний вміст органічних кислот. Спільними для обох видів виявилися: щавлева, малонова, бурштинова, яблучна, глутарова та лимонна кислоти. Як у траві *Anemone nemorosa* L., так і у *Anemone ranunculoides* L. за вмістом переважала яблучна кислота (693,07 та 385,46 мкг/г відповідно).

Титриметричне визначення вмісту суми органічних кислот та аскорбінової кислоти у надземній частині свідчить про варіабельність цих показників залежно від місця заготівлі сировини.

Одержані результати створюють передумови для подальших фітохімічних та фармакологічних досліджень трави анемон.

Вступ. Останніми роками зростає зацікавленість до природних речовин у різних галузях науки та медицини, що зумовлено, зокрема, збільшенням попиту на продукти природного походження та пошуком безпечніших альтернатив синтетичних сполук. До числа перспективних сполук, що відзначаються значним фармакологічним потенціалом, належать органічні кислоти.

Органічні кислоти є однією із ключових груп біологічно активних речовин, які поширені у рослинному світі та відіграють важливу роль у регуляції фізіологічних процесів як у рослинах, так і в організмі людини. Ці сполуки беруть участь в окисно-відновних процесах та впливають на кислотно-лужний баланс. Вони володіють широким спектром фармакологічних ефектів: протизапальними, антиоксидантними, бактерицидними властивостями, нормалізують діяльність травної системи, покращують апетит, регулюють секрецію жовчі та панкреатичного соку [1; 2].

Серед рослин, які викликають інтерес та широко застосовуються у народній медицині багатьох країн світу, є види роду Анемона (а.) родини Жовтецеві. Ці рослини мають багатий хімічний склад (сапоніни, алкалоїди, фенольні сполуки, органічні кислоти тощо) та виявляють протизапальні, антимікробні, протипухлинні активності [3; 4]. Попри наявність інформації щодо фармакологічної активності та деяких фітохімічних досліджень окремих компонентів, дані щодо вмісту органічних кислот у цих рослинах залишаються фрагментарними.

Тож дослідження органічних кислот у представників роду *Anemone* є актуальним напрямом сучасних фармакогностичних досліджень, що відкриває перспективи для створення нових фітопрепаратів.

Мета роботи: ідентифікація та визначення кількісного вмісту органічних кислот у траві видів анемони.

Матеріали і методи. Об'єктами дослідження була трава анемони дібрової та анемони жовтецевої, заготовлена на території Івано-Франківської обл. у 2023 р.

Органічні кислоти виявляли методом ГХ/МС. До 1,50–2,00 г подрібненої сировини (точна наважка) додавали 2,5 мл 0,5 н НСІ і 2,5 мл метанолу та струшували протягом 3 год. Одержані витяги відцентрифугували, додавали 1500 мкл метанолу і 500 мкл 50% H_2SO_4 та витримували протягом 12 год на водяному грівнику за 60°C. Суміш охолоджували до 25°C, додавали 800 мкл хлороформу і 400 мкл води очищеної з наступним перемішуванням. Нижній шар хлороформу використовували для дослідження органічних кислот. Хроматографічне розділення проводили на газовій хромато-мас-спектрометричній системі Agilent 6890N/5973inert (Agilent technologies, USA) [5].

Ідентифікацію та кількісне визначення органічних кислот проводили шляхом порівняння часів утримання стандартів органічних кислот та бази даних NIST 08.

Вміст сполук (X, мкг/г) визначали за формулою:

$$X = \frac{C \times V}{m},$$

де С – концентрація сполуки, визначена хроматографічно, мкг/мл; V – об'єм екстракту, мл; m – маса сировини, г.

Кількісне визначення вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти також проводили титриметричними методами [2; 6].

Результати й обговорення. Зразки хроматограм органічних кислот методом ГХ/МС трави *Anemone nemorosa* L. та *Anemone ranunculoides* L. наведено на рис. 1 та рис. 2 відповідно.

У результаті досліджень у сировині анемони дібрової та анемони жовтецевої ідентифіковано 7 та 8 сполук відповідно, які представлені дикарбоновими, трикарбоновими та оксокислотами (табл. 1).

У результаті хроматографічного аналізу встановлено, що загальний вміст органічних кислот у траві а. дібрової є дещо вищим, ніж у а. жовтецевої (1099,84 та 873,92 мкг/г відповідно). У досліджуваних зразках переважає наявність дикарбонових кислот, зокрема найбільший вміст у сировині а. дібрової і а. жовтецевої становить яблучна кислота (693,07 і 385,46 мкг/г відповідно). Яблучна кислота впливає на синтез гемоглобіну та засвоєння феруму організмом [6].

Характерною для сировини *Anemone nemorosa* L. є цис-аконітова кислота, яку використовують у лікуванні запальних станів, зокрема артриту і подагри. У дослідженнях цис-аконітова кислота зменшує накопичення лейкоцитів у порожнині суглоба при артриті, індукованому антигенами, і подагрі, індукованій мононатрієвим уратом у мишей, що створює потенціал для лікування запальних захворювань суглобів у людей [7].

У траві анемони жовтецевої, на відміну від а. дібрової, також виявлені винна та левулінова кислоти (16,09 та 10,11 мкг/г відповідно). Левулінову кислоту використовують у косметичних засобах [8]. Винна кислота виявляє антигіпертензивні властивості і використовується у складі косметики як відлущуючий, антиоксидантний, освітлюючий засіб [9; 10].

Аскорбінова кислота є одним із важливих вітамінів для організму людини, що відіграє важливу роль як антиоксидант і кофактор у ферментних та імунних реакціях, необхідний для синтезу колагену, підтримки здоров'я шкіри, кісток, сухожиль, кровоносних судин, бере участь в абсорбції феруму [11; 12]. У косметології вітамін С використовують як антиоксидантний, протипігментний засіб; у разі місцевого застосування виявляє фотозахисний ефект проти ультрафіолетових променів [13].

Результати титриметричного визначення вмісту суми вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти у зразках досліджуваної сировини наведено у табл. 2.

Встановлено, що вміст вільних органічних кислот у зразках а. дібрової перебуває в межах 0,84–0,91%, аскорбінової кислоти – 0,04–0,11%. Вміст органічних кислот практично не залежить від місця зростання рослин. Найвищий вміст органічних

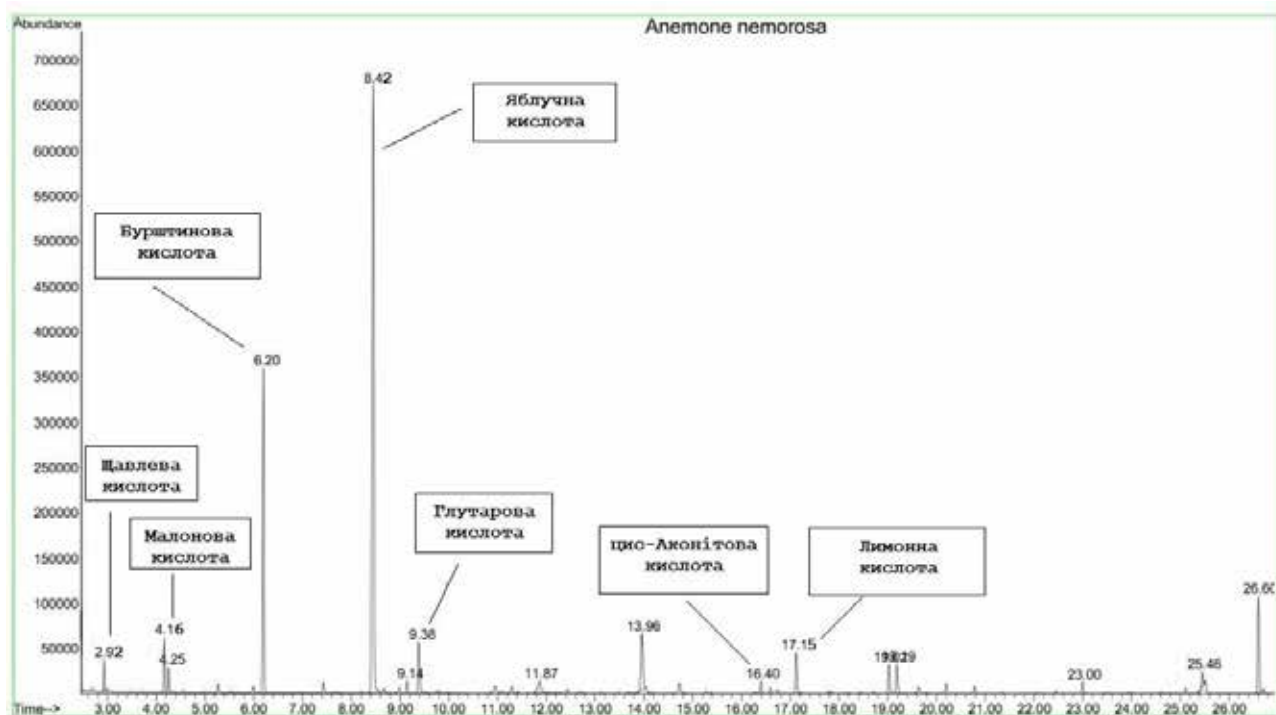


Рис. 1. Зразок хроматограми органічних кислот трави *Anemone nemorosa* L.

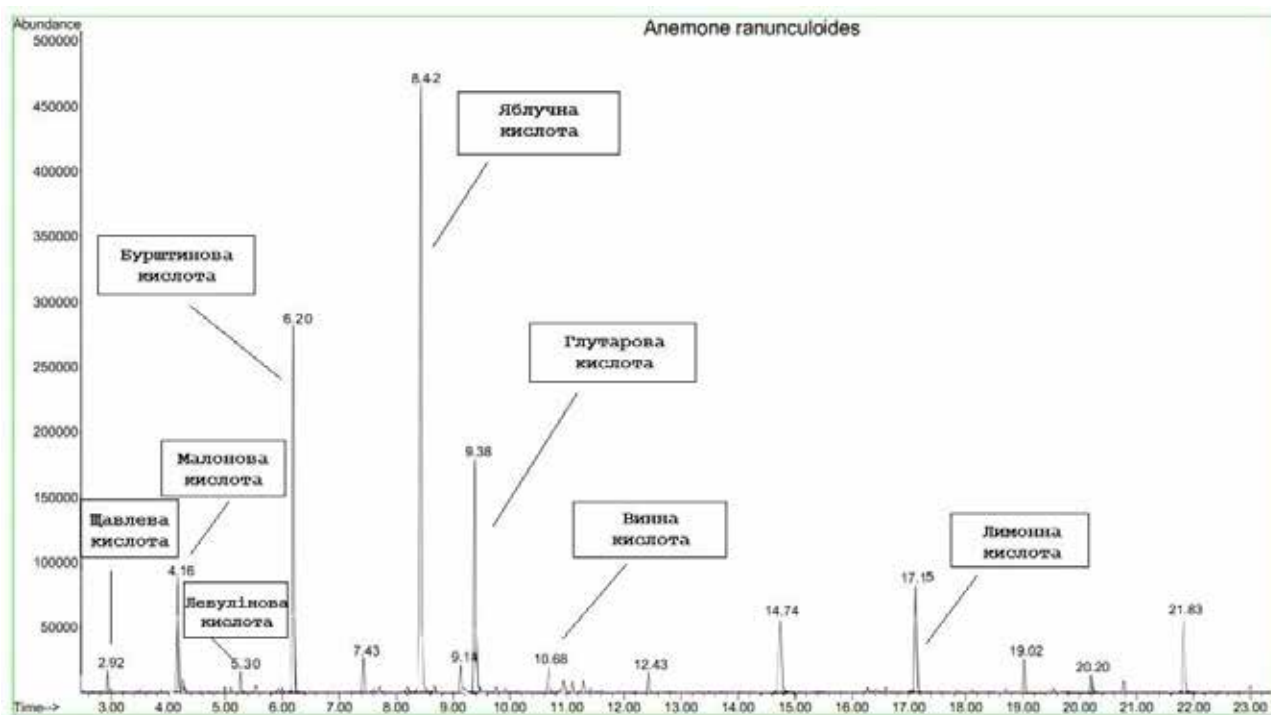


Рис. 2. Зразок хроматограми органічних кислот трави *Anemone ranunculoides* L.

кислот виявлено у сировині анемони дібрової, заготовленої на околицях с. Павлівка Івано-Франківської обл., – $0,91 \pm 0,01\%$, найнижчий – у траві з околиць с. Клубівці Івано-Франківської обл. ($0,84 \pm 0,01\%$). Максимальний вміст аскорбінової кислоти визначено у надземній частині а. дібрової з околиць

с. Озеряни Тернопільської обл., а мінімальний – із околиць с. Клубівці Івано-Франківської обл. ($0,11 \pm 0,006\%$ та $0,06 \pm 0,006\%$ відповідно). Для трави анемони жовтецевої вміст вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти становить $0,90 \pm 0,01\%$ та $0,07 \pm 0,009\%$ відповідно.

Таблиця 1

Компонентний склад органічних кислот у траві *Anemone nemorosa* L. та *Anemone ranunculoides* L.

Органічна кислота	Час утримання, хв	Площа піка		Вміст, мкг/г		Вміст, %	
		Анемона дібровна	Анемона жовтецева	Анемона дібровна	Анемона жовтецева	Анемона дібровна	Анемона жовтецева
Дикарбонові кислоти							
Щавлева кислота	2,92	449305	225171	17,34	7,97	1,58	0,91
Малонова кислота	4,16	939761	13300060	36,28	48,54	3,30	5,55
Бурштинова кислота	6,20	6500411	5126330	250,92	187,07	22,81	21,41
Яблучна кислота	8,42	17954701	10777358	693,07	385,46	63,02	44,11
Глутарова кислота	9,38	1354242	4087462	52,28	149,17	4,75	17,07
Винна кислота	10,68	0	440782	0	16,09	0	1,84
Трикарбонові кислоти							
Лимонна кислота	17,15	1014288	1904322	39,15	69,50	3,56	7,95
цис-Аконітова кислота	16,40	279742	0	10,80	0	0,98	0
Оксокислоти							
Левулінова кислота	5,30	0	277119	0	10,11	0	1,16
Всього:				1099,84	873,92	100	100

Таблиця 2

Вміст органічних кислот та аскорбінової кислоти у видах роду Анемона із різних місць зростання

№ з/п	Місце заготівлі	Вміст, %, $\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$, n = 6	
		Вільні органічні кислоти	Аскорбінова кислота
Анемона дібровна			
1	Околиці с. Павлівка, Івано-Франківська обл.	0,91 ± 0,01	0,08 ± 0,006
2	Околиці урочища Мочари, Івано-Франківська обл.	0,85 ± 0,01	0,09 ± 0,006
3	Околиці с. Клубівці, Івано-Франківська обл.	0,84 ± 0,01	0,06 ± 0,006
4	Околиці с. Микитинці, Івано-Франківська обл.	0,89 ± 0,01	0,06 ± 0,005
5	Околиці с. Сливки, Івано-Франківська обл.	0,88 ± 0,01	0,09 ± 0,005
6	Околиці с. Озеряни, Тернопільська обл.	0,89 ± 0,01	0,11 ± 0,006
Анемона жовтецева			
7	Околиці с. Вовчинець, Івано-Франківська обл.	0,90 ± 0,01	0,07 ± 0,009

Висновки. 1. У зразках анемони дібрової та анемони жовтецевої визначено компонентний вміст органічних кислот. Спільними для обох видів виявилися: щавлева, малонова, бурштинова, яблучна, глутарова та лимонна кислоти. Як у траві *Anemone nemorosa* L., так і у *Anemone ranunculoides* L. за вмістом переважала яблучна кислота (693,07 та 385,46 мкг/г відповідно).

2. Титриметричне визначення вмісту суми органічних кислот та аскорбінової кислоти у надземній

частині свідчить про варіабельність цих показників залежно від місця заготівлі сировини. У траві анемони дібрової вміст вільних органічних кислот та аскорбінової кислоти знаходиться у діапазоні 0,84–0,91% та 0,06–0,11% відповідно, для анемони жовтецевої – 0,90% та 0,07% відповідно.

3. Таким чином, одержані результати створюють передумови для подальших фітохімічних та фармакологічних досліджень.

Конфлікт інтересів: відсутній.

STUDY OF ORGANIC ACIDS IN THE HERB OF TWO ANEMONE L. SPECIES

L. M. Tuzin, A. R. Grytsyk

Ivano-Frankivsk National Medical University
ltuzin@ifnmu.edu.ua; agrycyk@ifnmu.edu.ua

The aim of the work: identification and quantitative determination of organic acids in the herb of two *Anemone* species.

Materials and Methods. The research objects were the herbs of *Anemone (A.) nemorosa* and *Anemone ranunculoides* harvested in Ivano-Frankivsk region in 2023. Organic acids were identified using the GC/MS method. Chromatographic separation was performed on a GC/MS system Agilent 6890N/5973inert (Agilent Technologies, USA). Quantitative determination of free organic acids and ascorbic acid was carried out by titrimetric methods.

Results and Discussion. The GC/MS method allowed for the identification and quantification of 7 organic acids in the herb of *A. nemorosa* L. and 8 – in *A. ranunculoides* L., respectively.

Using the titrimetric method, the highest content of organic acids was found in the raw material of *A. nemorosa* collected near the Pavlivka village, Ivano-Frankivsk region – $0.91 \pm 0.01\%$. The maximum ascorbic acid content was determined in the herb of *A. nemorosa* collected near the Ozeryany village, Ternopil region ($0.11 \pm 0.006\%$). In the herb of *A. ranunculoides*, the content of free organic acids and ascorbic acid amounted to $0.90 \pm 0.01\%$ and $0.07 \pm 0.009\%$, respectively.

Conclusions. The component composition of organic acids was determined in the samples of *Anemone nemorosa* and *Anemone ranunculoides*. The common acids for both species were: oxalic, malonic, succinic, malic, glutaric, and citric acids. In both *Anemone nemorosa* L. and *Anemone ranunculoides* L., malic acid was predominant (693.07 and 385.46 $\mu\text{g/g}$, respectively).

Titrimetric determination of the total content of organic acids and ascorbic acid in the aerial parts indicates variability of these parameters depending on the location of raw material collection.

The results obtained provide a foundation for further phytochemical and pharmacological studies.

Key words: *Ranunculaceae*, *Anemone*, herb, organic acids, gas chromatography-mass-spectrometry, titrimetry, ascorbic acid, phytochemical studies, qualitative composition, quantitative content, medicinal plants.

Перелік бібліографічних посилань

1. Maslov O.Y., Kolisnyk S.V., Kostina T.A., Shovkova Z.V., Ahmedov E.Y., Komisarenko M.A. Validation of the Alkalimetry Method for the Quantitative Determination of Free Organic Acids in Raspberry Leaves. *J. Org. Pharm. Chem.* 2021. Vol. 19. No. 1(73). P. 53–8.
2. Грицик Л.М., Тучак Н.І., Грицик А.Р. Ідентифікація та кількісне визначення органічних кислот у траві видів приворотня. *Фармацевтичний журнал*. 2013. № 3. С. 83–87.
3. Hao D.C., Gua X.J., Xiao P.G. *Anemone* medicinal plants: ethnopharmacology, phytochemistry and biology. *Acta Pharm Sin B*. 2017. Vol. 7. No. 2. P. 146–158.
4. Грицик А.Р., Тузін Л.М. Характеристика та перспективи застосування рослин роду *Anemone* L. у медицині. *Art of Medicine*. 2024. № 1(29). С. 259–265.
5. Kumar V., Sharma A., Bhardwaj R., Thukral A.M. Analysis of organic acids of tricarboxylic acid cycle in plants using GC-MS, and system modeling. *J Anal Sci Technol*. 2017. № 8. P. 20.
6. Бензель І.Л., Дармограй Р.Є., Бензель Л.В. Дослідження вмісту аскорбінової та вільних органічних кислот у фітосубстанціях бадану товстолистого. *Фармацевтичний журнал*. 2010. № 2. С. 98–101.
7. de Oliveira D.P., Garcia E.F., de Oliveira M.A., Candido L.C.M., Coelho F.M., Costa V.V, et al. cis-Aconitic Acid, a Constituent of *Echinodorus grandiflorus* Leaves, Inhibits Antigen-Induced Arthritis and Gout in Mice. *Planta Med.* 2022. Vol. 88(13). P. 1123–1131.
8. The cosmetic Ingredient Review. Safety Assessment of Levulinic Acid and Sodium Levulinate as Used in Cosmetics [Internet]. 2021.URL: <https://cir-reports.cir-safety.org/cir-ingredient-status-report/?id=1bc38374-01b3-4348-9080-859b960ebf48>
9. Kousar M., Salma U., Khan T., Shah A.J. Antihypertensive Potential of Tartaric Acid and Exploration of Underlying Mechanistic Pathways. *Dose-response: a publication of International Hormesis Society*. 2022. Vol. 20 No. 4.
10. La Saponaria SRL Societa Benefit [Internet]. 2025. URL: <https://www.la-saponaria.com/glossary/tartaric-acid>
11. Susa F., Pisano R. Advances in Ascorbic Acid (Vitamin C) Manufacturing: Green Extraction Techniques from Natural Sources. *Processes*. 2023. Vol. 11, 3167.
12. Cunha-Santos E.C.E., Viganó J., Neves D.A., Martínez J., Godoy H.T. Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: Evaluation of extraction and analytical methods. *Food Res. Int.* 2019. Vol. 115. P. 160–166.
13. Ravetti S., Clemente C., Brignone S., Hergert L., Allemandi D., Palma S. Ascorbic Acid in Skin Health. *Cosmetics*. 2019. Vol. 6(4), 58.

References

1. Maslov OY, Kolisnyk SV, Kostina TA, Shovkova ZV, Ahmedov EY, Komisarenko MA. Validation of the Alkalimetry Method for the Quantitative Determination of Free Organic Acids in Raspberry Leaves. *J Org Pharm Chem*. 2021;19:53–8. DOI: 10.24959/ophcj.21.226278
2. Grytsyk LM, Tuchak NI, Grytsyk AR. Identyfikatsiia ta kilkisne vyznachennia orhanichnykh kyslot u travy vydiv pryvorotnia Farmats. zhurn. 2013;3:83–7.
3. Hao DC, Gua XJ, Xiao PG. *Anemone* medicinal plants: ethnopharmacology, phytochemistry and biology.

- Acta Pharm Sin B. 2017;7(2):146–58. DOI: 10.1016/j.apsb.2016.12.001
4. Grytsyk AR, Tuzin LM. Characteristics and prospects of use of plants of the genus *Anemone* L. in medicine. *Art of Medicine*. 2024;1(29):259–65. DOI: 10.21802/artm.2024.1.29.259.
 5. Kumar V, Sharma A, Bhardwaj R, Thukral AM. Analysis of organic acids of tricarboxylic acid cycle in plants using GC-MS, and system modeling. *J Anal Sci Technol*. 2017;8:20. DOI: 10.1186/s40543-017-0129-6
 6. Benzel IL, Darmogray RE, Benzel LV. Doslidzhennia vmistu askorbinovoi kysloty ta vilnykh orhanichnykh kyslot u fitosubstantsiiakh badanu tovtolystoho. *Farmats. zhurn*. 2010;2:98–101.
 7. de Oliveira DP, Garcia EF, de Oliveira MA, Candido LCM, Coelho FM, Costa VV, et al. cis-Aconitic Acid, a Constituent of *Echinodorus grandiflorus* Leaves, Inhibits Antigen-Induced Arthritis and Gout in Mice. *Planta Med*. 2022;88(13):1123–31. DOI: 10.1055/a-1676-4371.
 8. The cosmetic Ingredient Review. Safety Assessment of Levulinic Acid and Sodium Levilinate as Used in Cosmetics [Internet]; 2021. Available from: <https://cir-reports.cir-safety.org/cir-ingredient-status-report/?id=1bc38374-01b3-4348-9080-859b960ebf48>
 9. Kousar M, Salma U, Khan T, Shah AJ. Antihypertensive Potential of Tartaric Acid and Exploration of Underlying Mechanistic Pathways. Dose-response: a publication of International Hormesis Society. 2022;20(4). DOI: 15593258221135728.
 10. La Saponaria SRL Societa Benefit [Internet]. 2025. Available from: <https://www.la-saponaria.com/glossary/tartaric-acid>
 11. Susa F, Pisano R. Advances in Ascorbic Acid (Vitamin C) Manufacturing: Green Extraction Techniques from Natural Sources. *Processes* 2023;11:3167. DOI: 10.3390/pr11113167
 12. Cunha-Santos ECE, Viganó J, Neves DA, Martínez J, Godoy HT. Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: Evaluation of extraction and analytical methods. *Food Res Int*. 2019;115:160–6. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.031
 13. Ravetti S, Clemente C, Brignone S, Hergert L, Allemandi D, Palma S. Ascorbic Acid in Skin Health. *Cosmetics*. 2019;6(4):58. DOI: 10.3390/cosmetics6040058

Відомості про авторів

Тузін Л. М. – здобувач ступеня доктора філософії, асистент кафедри фармацевтичного управління, технології ліків та фармакогнозії, Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ, Україна. E-mail: tuzinlilia@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4592-8640>

Грицьк А. Р. – доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри фармацевтичного управління, технології ліків та фармакогнозії, Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ, Україна. E-mail: grycyk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7335-887X>

Information about the authors

Tuzin L. M. – Postgraduate Student, Assistant at the Department of Pharmaceutical Management, Drug Technology and Pharmacognosy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine. E-mail: tuzinlilia@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4592-8640>

Grytsyk A. R. – DSc (Pharmacy), Professor, Head of the Department of Pharmaceutical Management, Drug Technology and Pharmacognosy, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine. E-mail: grycyk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7335-887X>