

УДК 615.322.07:581.192:547.396:582.652.1

Єлизавета ЛАСТОВИЧЕНКО

аспірант кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (lastovychenko_esp@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0003-8564-2124

Надія ДЖУРЕНКО

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувачка лабораторії медичної ботаніки, Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка Національної академії наук України, вул. Садово-ботанічна, 1, м. Київ, Україна, 01014 (medbotanica@ukr.net)

ORCID: 0000-0001-8210-445X

Людмила СЛОБОДЯНЮК

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (husaklv@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-0400-1305

SCOPUS: 57211311669

Лілія БУДНЯК

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри управління та економіки фармації з технологією ліків, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (stoyko_li@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-4869-1344

SCOPUS: 57211323941

Ірина КУЗЬМАК

кандидат біологічних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри медичної біохімії, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (kuzmak@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-5035-8815

SCOPUS: 57216292795

Світлана МАРЧИШИН

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 (marchyshyn@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0001-9628-1350

SCOPUS: 6507637943

Бібліографічний опис статті: Ластовиченко Є., Джуренко Н., Слободянюк Л., Будняк Л., Кузьмак І., Марчишин С. (2025). Дослідження жирнокислотного складу магонії падуболистої. *Фітотерапія. Часопис*, 2, 117–125, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-2-117>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ МАГОНІЇ ПАДУБОЛИСТОЇ

Актуальність. Магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium*(Pursh) Nutt.) – вічнозелений кущ родини барбарисових (Berberidaceae), що походить із західної частини Північної Америки. В Україні росте в парках і скверах по всій території, популярна в ландшафтному дизайні.

У традиційній американській медицині магонія падуболиста використовується для лікування лихоманки, діареї, диспепсії, подагри, ревматизму, захворювань нирок і жовчних шляхів, особливо за хронічних рецидивуючих дерматозів.

Біологічно активні речовини магонії падуболистої проявляють антиоксидантні, протизапальні, гіпоглікемічні, гепатопротекторні, гіпотензивні, протимікробні, антибактеріальні, антимутагенні, протипухлинні й імуномодуючі властивості, допомагають за хвороб шкіри.

Хімічний склад магонії падуболистої маловивчений. Досліджено вміст алкалоїдів і фенольних сполук у деяких видах даної сировини. Тому актуальним є більш глибоке фітохімічне вивчення всіх органів магонії падуболистої.

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз щодо вмісту жирних кислот у генеративних і вегетативних органах магонії падуболистої.

Матеріал і методи. Матеріалом для досліджень були листки, корені, плоди та суцвіття магонії падуболистої, заготовлені на дослідних ділянках лабораторії медичної ботаніки Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка Національної академії наук України (м. Київ) у 2024 році.

Ідентифікацію та кількісний вміст жирних кислот у досліджуваній лікарській рослинній сировині проведено методом газорідинної хромато-мас-спектрометрії метилових естерів жирних кислот, з використанням газової хромато-мас-спектрометричної системи “Agilent 6890N/5973inert” (Agilent technologies, USA). Ідентифікували метилові естери жирних кислот за допомогою бібліотеки мас-спектрів “NIST 17”. Кількісний аналіз проводили шляхом додавання розчину внутрішнього стандарту (30 мкг/зразок) у досліджувані проби. Як внутрішній стандарт використовували нонадеканову кислоту.

Результати дослідження. Результати досліджень показали, що в листках ідентифіковано 22 жирні кислоти – 10 насичених і 7 ненасичених, у суцвіттах і коренях – по 20, з яких по 10 насичених та по 7 ненасичених, у плодах – 17 жирних кислот (9 насичених і 5 ненасичених). У досліджуваних зразках магонії падуболистої не ідентифіковано 6 жирних кислот.

У суцвіттах і коренях магонії падуболистої сумарно переважали насичені жирні кислоти – 4 230,49 проти 3 950,10 мкг/г і 3 220,65 проти 1 890,48 мкг/г відповідно. У плодах і листках домінували ненасичені жирні кислоти над насиченим – 3 369,75 проти 1 964,00 мкг/г і 3 615,37 проти 3 222,98 мкг/г відповідно.

Серед насичених жирних кислот у листках, плодах і суцвіттах найбільший вміст мала пальмітинова кислота, вміст якої у суцвіттах був найвищий і становив $(2\,028,31 \pm 18,10)$ мкг/г. У листках і плодах вміст пальмітинової кислоти був дещо менший і становив $(1\,524,94 \pm 10,30)$ і $(1\,292,82 \pm 12,10)$ мкг/г відповідно. У коренях магонії падуболистої домінує насичена бегенова кислота, вміст якої становив $(2\,001,08 \pm 12,66)$ мкг/г.

Переважають у всіх зразках сировини магонії падуболистої лінолева й олеїнова кислоти. У значних кількостях лінолева й олеїнова кислоти містяться в суцвіттах – $(1\,792,83 \pm 11,17)$ і $(1\,786,69 \pm 15,88)$ мкг/г, у плодах – $(1\,614,74 \pm 14,67)$ і $(1\,607,53 \pm 16,10)$ мкг/г, у листках – $(1\,189,08 \pm 13,87)$ і $(2\,071,55 \pm 15,45)$ мкг/г відповідно.

Висновок. Уперше проведено хромато-мас-спектрометричне визначення якісного складу та кількісного вмісту жирних кислот у генеративних (суцвіттах і плодах) та вегетативних (листях і коренях) органах магонії падуболистої, вирощеної в Україні. Ідентифіковано в листках 22 жирні кислоти (10 насичених і 7 ненасичених), у суцвіттах і коренях – по 20 (по 10 насичених і по 7 ненасичених), у плодах – 17 жирних кислот (9 насичених і 5 ненасичених). У досліджуваних зразках не ідентифіковано 6 жирних кислот. Загальний вміст жирних кислот у досліджуваній сировині магонії падуболистої становив: у плодах – 5 455,5 мкг/г, у суцвіттах – 8 291,89 мкг/г, у листках – 7 474,57 мкг/г, у коренях – 5 418,44 мкг/г. У плодах, суцвіттах, листках домінуючою насиченою кислотою була пальмітинова кислота, у коренях – бегенова. Серед ненасичених жирних кислот кількісно, в усіх досліджуваних органах рослини, переважали лінолева й олеїнова кислоти.

Отримані результати свідчать про широкий профіль жирних кислот у генеративних і вегетативних органах магонії падуболистої та про перспективність їх подальшого комплексного вивчення з метою створення вітчизняних лікарських засобів.

Ключові слова: магонія падуболиста, жирні кислоти, газорідинна хромато-мас-спектрометрія.

Yelyzaveta LASTOVYCHENKO

Postgraduate Student at the Department of Pharmacognosy and Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (lastovychenko_asp@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0003-8564-2124

Nadezhda DZHURENKO

Candidate of Biological Sciences, Senior Research Officer, Head of Medical Botany, National Botanical Garden named after M.M. Grishko, Sadovo-Botanicna Street, 1, Kyiv, Ukraine, 01014 (medbotanica@ukr.net)

ORCID: 0000-0001-8210-445X

Liudmyla SLOBODIANIUK

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pharmacognosy with Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (husaklv@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-0400-1305

SCOPUS: 57211311669

Liliia BUDNIAK

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pharmacy Management, Economics and Technology, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (stoyko_li@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-4869-1344

SCOPUS: 57211323941

Iryna KUZMAK

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Medical Biochemistry, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (kuzmak@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-5035-8815

SCOPUS: 57216292795

Svitlana MARCHYSHYN

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (marchyshyn@tdmu.edu.ua)

ORCID: 0000-0001-9585-1251

SCOPUS: 57410602600

To cite this article: Lastovychenko Ye., Dzhurenko N., Slobodianiuk L., Budniak L., Kuzmak I., Marchyshyn S. (2025). Doslidzhennia zhyrnokyslotnoho skladu mahonii padubolistoi [Research on the fatty acid composition of *Mahonia aquifolium*]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 2, 117–125, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-2-117>

RESEARCH ON THE FATTY ACID COMPOSITION OF *MAHONIA AQUIFOLIUM*

Actuality. *Mahonia aquifolium* is an evergreen shrub of the barberry family (Berberidaceae), native to western North America. It grows in parks and squares throughout the territory, and is popular in landscape design in Ukraine.

In traditional American medicine *Mahonia aquifolium* is used to treat fever, diarrhea, dyspepsia, gout, rheumatism, kidney and biliary tract diseases, and especially chronic recurrent dermatoses.

Biologically active substances of *Mahonia aquifolium* exhibit antioxidant, anti-inflammatory, hypoglycemic, hepatoprotective and hypotensive, antimicrobial and antibacterial, antimutagenic, antitumor, immunomodulatory properties, and help with skin diseases.

The chemical composition of *Mahonia aquifolium* is poorly studied. The content of alkaloids and phenolic compounds in some types of raw materials of this species has been studied. Therefore, an in-depth phytochemical study of all organs of *Mahonia aquifolium* is relevant.

The aim of our study was to conduct a comparative analysis of the content of fatty acids in the generative and vegetative organs of *Mahonia aquifolium*.

Material and methods. The material for the research was the leaves, roots, fruits and inflorescences of *Mahonia aquifolium*, harvested in the experimental plots of the Laboratory of Medical Botany of M.M. Hryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine (Kyiv) in 2024.

Identification and quantitative content of fatty acids in the studied medicinal plant raw materials was carried out by gas-liquid chromatography-mass spectrometry of fatty acid methyl esters using the Agilent 6890N/5973 inert gas chromatography-mass spectrometry system (Agilent technologies, USA). Fatty acid methyl esters were identified using the NIST 17 mass spectrum library. Quantitative analysis was performed by adding an internal standard solution (30 µg/sample) to the studied samples. Nonadecanoic acid was used as an internal standard.

Research results. The research results showed that 22 fatty acids were identified in the leaves – 10 saturated and 7 unsaturated, in the inflorescences and roots – 20 each, of which 10 saturated and 7 unsaturated, in the fruits – 17 fatty acids (9 saturated and 5 unsaturated). In the studied samples of *Mahonia aquifolium*, 6 fatty acids were not identified.

In the inflorescences and roots of *Mahonia aquifolium*, saturated fatty acids prevailed in total – 4 230,49 µg/g versus 3 950,10 µg/g and 3 220,65 µg/g versus 1 890,48 µg/g, respectively. In the fruits and leaves, unsaturated fatty acids dominated over saturated ones – 3 369,75 µg/g versus 1 964,00 µg/g and 3 615,37 µg/g versus 3 222,98 µg/g, respectively.

Among the saturated fatty acids in leaves, fruits and inflorescences, palmitic acid had the highest content, the content of which in inflorescences was the highest and was (2 028,31 ± 18,10) µg/g. In leaves and fruits, the content of palmitic acid was somewhat lower and was in leaves (1 524,94 ± 10,30) µg/g and (1 292,82 ± 12,10) µg/g, respectively. In the roots of *Mahonia aquifolium*, saturated behenic acid is dominant, the content of which was (2 001,08 ± 12,66) µg/g.

Linoleic and oleic acids predominate in all samples of raw materials of *Mahonia aquifolium*. Significant amounts of linoleic and oleic acids are contained in inflorescences – (1 792,83 ± 11,17) µg/g and (1 786,69 ± 15,88) µg/g, in fruits – (1 614,74 ± 14,67) µg/g and (1 607,53 ± 16,10) µg/g and in leaves – (1 189,08 ± 13,87) µg/g and (2 071,55 ± 15,45) µg/g, respectively.

Conclusions. For the first time, a chromatographic-mass spectrometric determination of the qualitative composition and quantitative content of fatty acids in the generative (inflorescences and fruits) and vegetative (leaves and roots) organs of *Mahonia aquifolium* grown in Ukraine was carried out. 22 fatty acids (10 saturated and 7 unsaturated) were identified in the leaves, 20 in the inflorescences and roots (10 saturated and 7 unsaturated), and 17 fatty acids (9 saturated and 5 unsaturated) in the fruits. 6 fatty acids were not identified in the studied samples. The total content of fatty acids in the studied raw material of *Mahonia aquifolium* was: in fruits – 5 455,5 µg/g, in inflorescences – 8 291,89 µg/g, in leaves – 7 474,57 µg/g, in roots – 5 418,44 µg/g. In fruits, inflorescences, leaves, the dominant saturated acid was palmitic acid, in roots – behenic acid. Among unsaturated fatty acids, linoleic and oleic acids quantitatively prevailed in all studied plant organs.

The results obtained indicate a broad profile of fatty acids in the generative and vegetative organs of *Mahonia aquifolium* and the prospects for their further comprehensive study with the aim of creating domestic medicines.

Key words: *mahonia aquifolium*, fatty acids, gas-liquid chromatography-mass spectrometry.

Вступ. Актуальність. Магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) – вічнозелений кущ родини барбарисові (*Berberidaceae*), заввишки до 1–1,5 м. Кора на молодих пагонах рожево-сірого кольору, на старих – буро-сіра, із продовгуватими смужками. Листки складні, непарноперисті, шкірясті, блискучі, складаються з 5–9 гострозазубре-

них, видовжено-яйцеподібних листочків на червонуватих черешках. Забарвлення листків змінюється протягом усього року – навесні вони мають червонуватий відтінок, улітку – соковито-зеленого кольору, восени набувають вогняно-червоного кольору, а зимою – відтінків бронзи. Квітки дрібні, духмяні, жовті, зібрані в китиці, які розміщені на кінцях паго-

нів. Плід – темно-блакитна із сизою восковою поволокою довгасто-еліптична ягода з кисло-солодким смаком. Насіння – овально-ребристе, блискуче. Цвіте магонія падуболиста у квітні-травні, плоди дозрівають у серпні або вересні (Kobiv, 2004; Gunduz, 2013).

Магонія падуболиста – невибаглива, морозостійка, тіньовитривала рослина. Походить вона із західної частини Північної Америки. В Україні росте в парках і скверах по всій території, популярна в ландшафтному дизайні. Вирощують магонію падуболисту в культурі в Україні ще з 1838 р.

У традиційній американській медицині магонія падуболиста використовується для лікування лихоманки, діареї, диспепсії, подагри, ревматизму, захворювань нирок і жовчних шляхів, особливо за хронічних рецидивуючих дерматозів (Godevac et al., 2018; Andreicut et al., 2018b).

Біологічно активні речовини магонії падуболистої проявляють антиоксиданти, протизапальні (Gunduz, 2013; Coklar & Akbulut, 2017; Andreicut et al., 2018a), гіпоглікемічні, гепатопротекторні та гіпотензивні (Andreicut et al., 2018a), протимікробні й антибактеріальні (He & Mu, 2015), антимутагенні, протипухлинні (Godevac et al., 2018; Tuzimski et al., 2021), імуномодулювальні властивості, допомагають у лікуванні хвороб шкіри, як-от псоріаз і atopічний дерматит (Mot et al., 1999; Bisht et al., 2023).

Хімічний склад магонії падуболистої маловивчений. Досліджено вміст алкалоїдів, амінокислот

і фенольних сполук у деяких видах сировини даного виду (Coklar & Akbulut, 2017; Sedláčková et al., 2022; Lastovychenko et al., 2025). Тому актуальним є поглиблене фітохімічне вивчення всіх органів магонії падуболистої.

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз щодо вмісту жирних кислот у генеративних і вегетативних органах магонії падуболистої.

Матеріали та методи дослідження. Матеріалом для досліджень були листки магонії падуболистої, заготовлені у травні, корені – заготовлені в березні, плоди – у серпні, суцвіття – у травні, на дослідних ділянках лабораторії медичної ботаніки Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (м. Київ) у 2024 р.

Ідентифікацію та кількісний вміст жирних кислот у досліджуваній лікарській рослинній сировині, проведено методом газорідинної хромато-мас-спектрометрії метилових естерів жирних кислот, з використанням газової хромато-мас-спектрометричної системи “Agilent 6890N/5973inert” (Agilent technologies, USA) (Marchyshyn et al., 2021; Slobodianiuk et al., 2022). Ідентифікували метилові естери жирних кислот за допомогою бібліотеки мас-спектрів “NIST 17”. Кількісний аналіз проводили шляхом додавання розчину внутрішнього стандарту (30 мкг/зразок) у досліджувані проби. Як внутрішній стандарт використовували нонадеканову кислоту (Andreicut et al., 2018a).

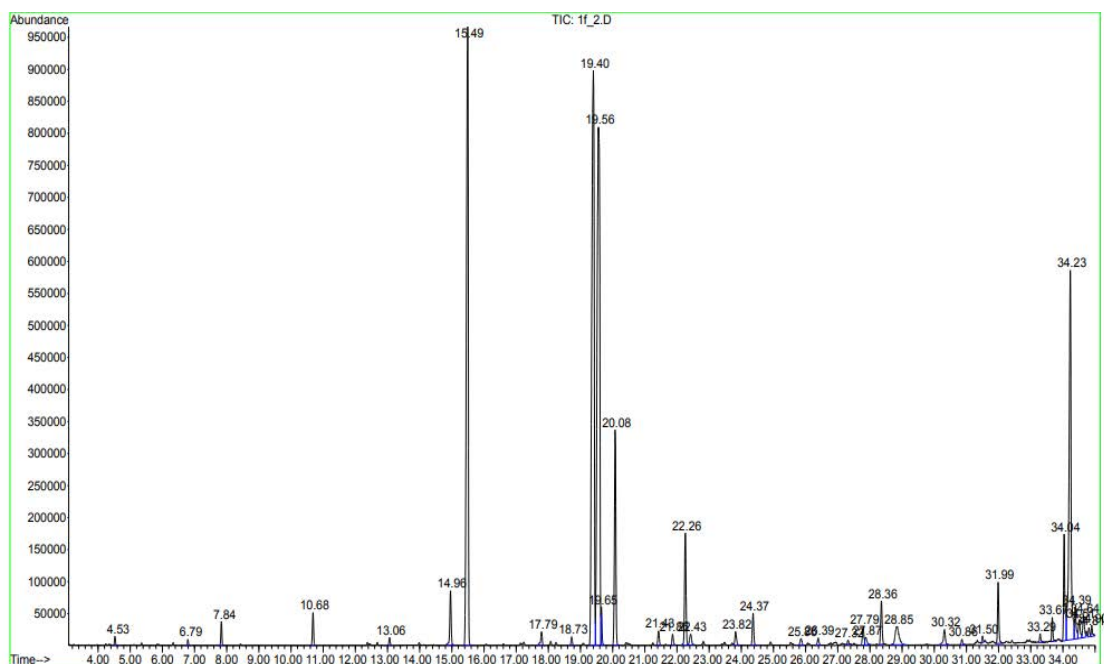


Рис. 1. ГХ/МС-хроматограма жирних кислот плодів магонії падуболистої

Результати дослідження та їх обговорення. Результати визначення жирних кислот у магонії падуболистої плодах, суцвіттях, листках і коренях представлено на рисунках 1–4 та в таблиці.

Результати хроматографічного аналізу сировини магонії падуболистої показали, що в листках ідентифіковано 22 жирні кислоти – 10 насичених та 7 ненасиче-

них, у суцвіттях і коренях – по 20, з яких по 10 насичених і по 7 ненасичених, у плодах – 17 жирних кислот (9 насичених і 5 ненасичених). У плодах не виявлено з ненасичених жирних кислот міристеїлової та ліноленової, які наявні в інших зразках досліджуваної рослини. У досліджуваних зразках магонії падуболистої не ідентифіковано 6 жирних кислот (табл.).

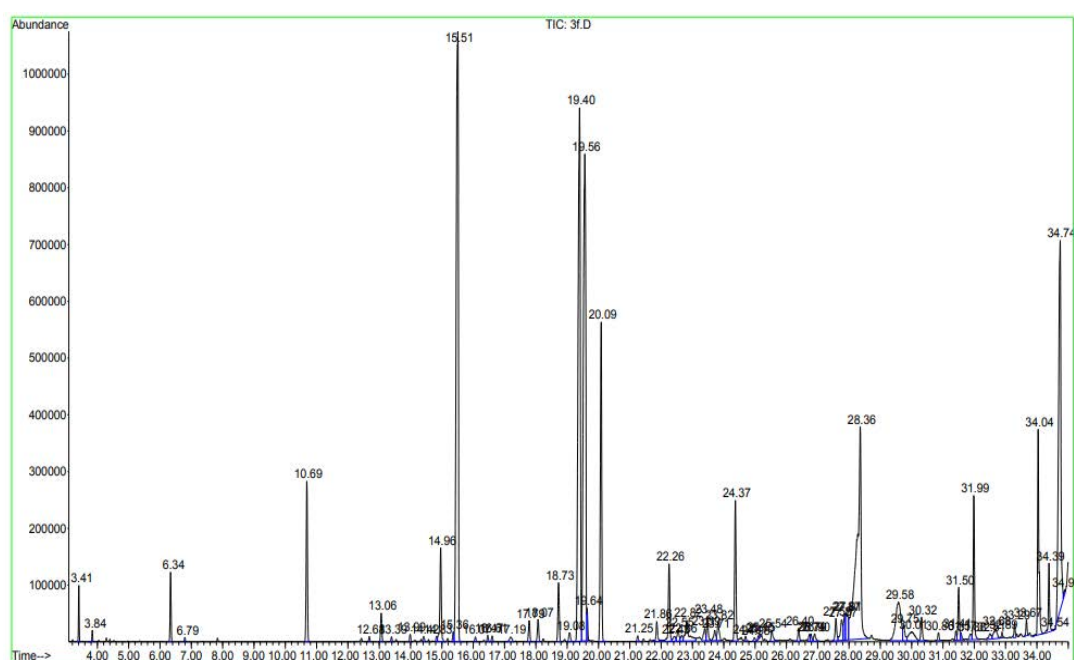


Рис. 2. ГХ/МС-хроматограма жирних кислот суцвіть магонії падуболистої

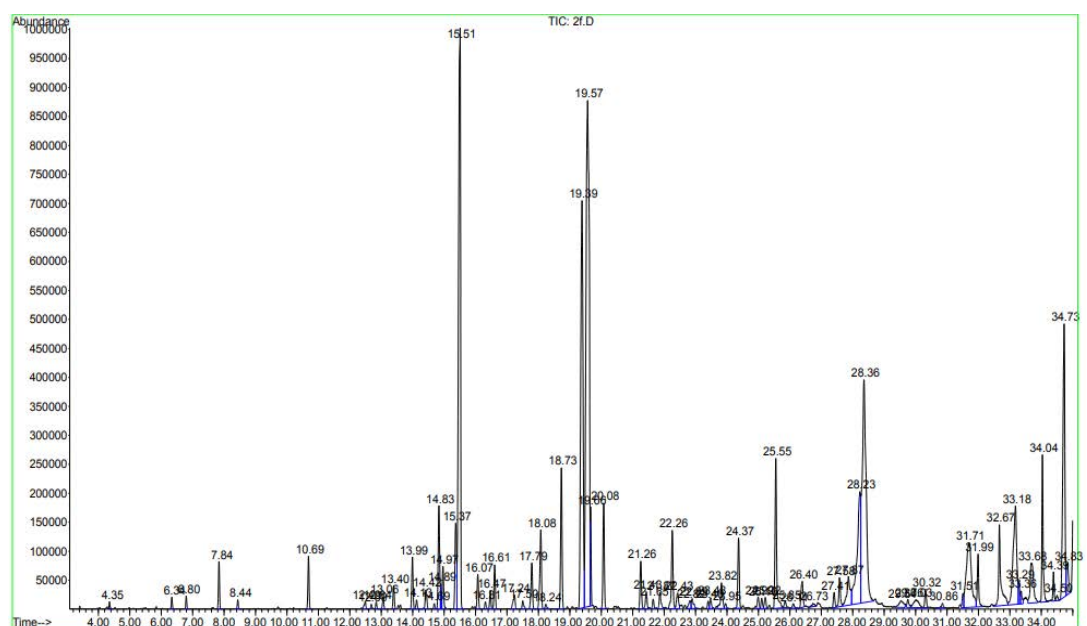


Рис. 3. ГХ/МС-хроматограма жирних кислот листків магонії падуболистої

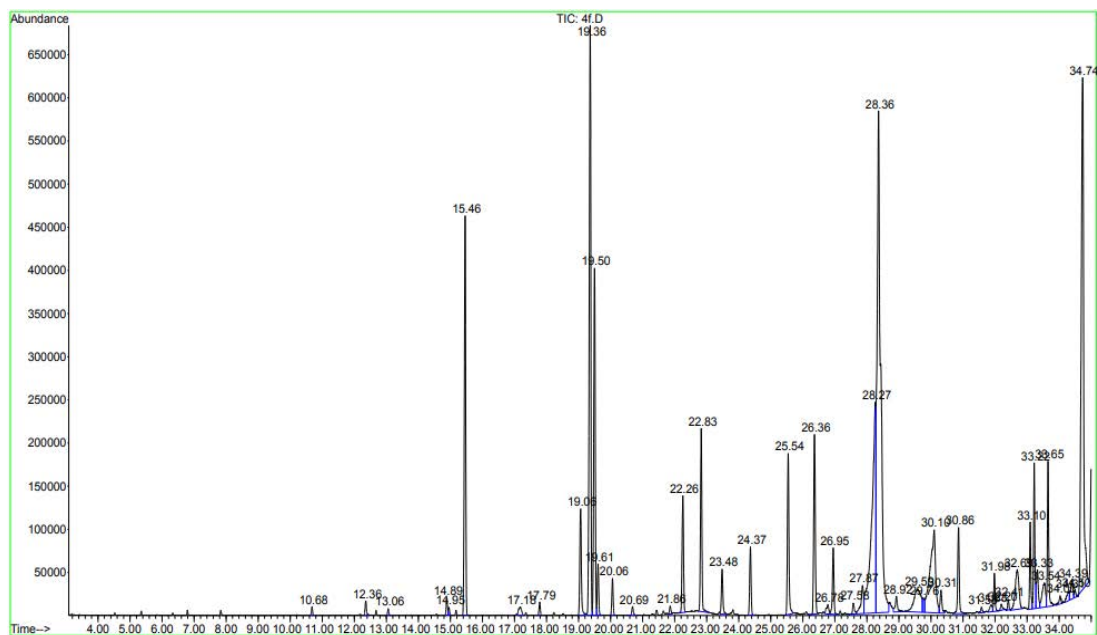


Рис. 4. ГХ/МС-хроматограма жирних кислот коренів магонії падуболистої

Таблиця

Жирнокислотний склад сировини магонії падуболистої

№	Жирні кислоти	Вміст жирних кислот, мкг/г ((n = 5, середнє значення $\pm$ SD, $p \leq 0,05$))			
		плоди	суцвіття	листки	корені
1.	Міристинова (C 14:0)	44,29 $\pm$ 0,82	300,87 $\pm$ 3,10	78,83 $\pm$ 1,15	10,89 $\pm$ 0,75
2.	Пентадеканова (C 15:0)	10,49 $\pm$ 0,66	53,22 $\pm$ 4,45	21,29 $\pm$ 0,98	8,66 $\pm$ 0,17
3.	Неідентифікована	н/в	10,58 $\pm$ 0,70	191,05 $\pm$ 2,12	24,52 $\pm$ 1,05
4.	Пальмітолеїнова* (C 16:1)	85,82 $\pm$ 1,22	205,17 $\pm$ 5,16	76,71 $\pm$ 1,11	9,42 $\pm$ 0,52
5.	Пальмітинова (C 16:0)	1292,82 $\pm$ 12,10	2028,31 $\pm$ 18,10	1524,94 $\pm$ 10,30	608,97 $\pm$ 5,11
6.	Міристеїнова* (C 14:1)	н/в	18,41 $\pm$ 0,45	37,94 $\pm$ 1,43	27,77 $\pm$ 1,01
7.	Маргарінова (C 17:0)	24,67 $\pm$ 1,05	44,44 $\pm$ 2,34	90,30 $\pm$ 2,55	18,62 $\pm$ 0,36
8.	Лінолева* (C 18:2)	1614,74 $\pm$ 14,67	1792,83 $\pm$ 11,17	1189,08 $\pm$ 13,87	1045,50 $\pm$ 1,98
9.	Олеїнова* (C 18:1)	1607,53 $\pm$ 16,10	1786,69 $\pm$ 15,88	2071,55 $\pm$ 15,45	574,13 $\pm$ 8,66
10.	Елаїнова* (C 18:1)	44,34 $\pm$ 2,10	42,87 $\pm$ 1,33	104,54 $\pm$ 2,89	77,19 $\pm$ 2,16
11.	Стеаринова (C 18:0)	345,38 $\pm$ 7,11	666,95 $\pm$ 7,98	182,90 $\pm$ 0,77	51,57 $\pm$ 1,78
12.	Неідентифікована	23,91 $\pm$ 0,87	н/в	36,55 $\pm$ 0,78	н/в
13.	Неідентифікована	17,46 $\pm$ 0,15	48,00 $\pm$ 1,44	37,46 $\pm$ 1,01	13,42 $\pm$ 0,46
14.	Неідентифікована	н/в	52,72 $\pm$ 2,10	66,57 $\pm$ 3,04	н/в
15.	Ліноленова* (C 18:3)	н/в	38,44 $\pm$ 2,43	13,36 $\pm$ 0,67	75,63 $\pm$ 3,10
16.	Арахідова (C 20:0)	49,92 $\pm$ 3,19	296,29 $\pm$ 4,77	0,050 $\pm$ 0,005	105,42 $\pm$ 9,23
17.	Неідентифікована	н/в	н/в	304,14 $\pm$ 6,16	269,37 $\pm$ 6,01
18.	Генейкозилова (C 21:0)	н/в	28,38 $\pm$ 0,17	66,90 $\pm$ 0,98	310,17 $\pm$ 3,00
19.	Ерукова* (C 22:1)	17,32 $\pm$ 0,16	65,69 $\pm$ 0,76	122,19 $\pm$ 0,89	80,84 $\pm$ 1,10
20.	Бегенова (C 22:0)	71,57 $\pm$ 1,54	482,31 $\pm$ 5,19	1123,74 $\pm$ 10,10	2001,08 $\pm$ 12,66
21.	Неідентифікована	80,38 $\pm$ 4,05	н/в	н/в	н/в
22.	Трикозилова (C 23:0)	34,94 $\pm$ 0,77	57,65 $\pm$ 0,98	36,80 $\pm$ 1,10	49,18 $\pm$ 2,22
23.	Лігноцерінова (C 24:0)	89,92 $\pm$ 3,11	272,07 $\pm$ 5,43	97,23 $\pm$ 2,24	56,09 $\pm$ 1,65
Сума ненасичених кислот		3 369,75	3 950,10	3 615,37	1 890,48
Сума насичених кислот		1 964,00	4 230,49	3 222,98	3 220,65
Сума неідефікованих кислот		121,75	111,30	636,22	307,31

Серед насичених жирних кислот у листках, плодах і суцвіттях найбільший вміст мала пальмітинова кислота, вміст якої у суцвіттях був найвищий і становив $(2\,028,31 \pm 18,10)$ мкг/г, тобто 47,94% від сумарного вмісту ідентифікованих насичених жирних кислот. У листках і плодах вміст пальмітинової кислоти був дещо менший і становив $(1\,524,94 \pm 10,30)$ мкг/г (65,83% від сумарного вмісту ідентифікованих насичених жирних кислот) і $(1\,292,82 \pm 12,10)$ мкг/г (47,31% від сумарного вмісту ідентифікованих насичених жирних кислот) відповідно. У джерелах літератури є інформація про те, що пальмітинова кислота проявляє протизапальну та протипухлинну дію (Xu et al., 2016; Nicholas et al., 2017; Olefirenko & Kyslychenko, 2024). У коренях магонії падуболистої домінує насичена бегенова кислота, вміст якої становив $(2\,001,08 \pm 12,66)$ мкг/г, або 62,13% від сумарного вмісту ідентифікованих насичених жирних кислот.

З ненасичених жирних кислот у досліджуваній сировині магонії падуболистої, окрім плодів, виявлено пальмітолеїнову, міристеалаїнову, ліноленову, лінолеву, олеїнову, елаїнову й ерукову кислоти. Відомо, що ненасичені жирні кислоти необхідні для забезпечення структури клітинних мембран і нормалізації їхніх функцій (Budniak et al., 2021; Khvorost et al., 2023). Вони є ендогенними медіаторами клітинної сигналізації, беруть участь у регуляції експресії генів, а також є метаболічними попередниками ейкозаноїдів, як-от простагландини та лейкотрієни, та докозаноїдів, як-от протектини або резолвіни (Chapkin et al., 2008; Kyrylenko et al., 2021; Mercola & D'Adamo, 2023). Переважають у всіх зразках сировини магонії падуболистої лінолева й олеїнова кислоти. У значних кількостях лінолева й олеїнова кислоти містяться в суцвіттях – $(1\,792,83 \pm 11,17)$ і $(1\,786,69 \pm 15,88)$ мкг/г, у плодах – $(1\,614,74 \pm 14,67)$ і $(1\,607,53 \pm 16,10)$ мкг/г, у листках – $(1\,189,08 \pm 13,87)$ і $(2\,071,55 \pm 15,45)$ мкг/г відповідно. Найбільше олеїнової кислоти виявлено в листках магонії падуболистої (57,30% від сумарного вмісту ідентифікованих ненасичених жирних кислот), у суцвіттях – лінолевої, що становить 45,39% від сумарного вмісту ідентифікованих ненасичених жирних кислот. У коренях магонії падуболистої накопичується дещо менше даних кислот: $(1\,045,50 \pm 1,98)$ мкг/г лінолевої і $(574,13 \pm 8,66)$ мкг/г олеїнової (табл. 1).

Відомо, що лінолева кислота є основним компонентом тканин людини й вважається незамінною жирною кислотою (Budniak et al., 2020). Помірне споживання цієї поліненасиченої кислоти пов'язане зі зниженням ризику атеросклерозу, гіперхолестеринемії, головного болю та багатьох хронічних захворювань (Osyp et al., 2019; Das, 2021; Ramsden et al., 2021; Wang et al., 2023). Олеїнова кислота впливає на структуру та функціонування клітин. Доведено, що ця мононенасичена жирна кислота в дослідженнях *in vitro* спричиняла загибель клітин раку кишечника. Вона відіграє важливу хімопротекторну роль на лініях клітин злоякісних неопластичних захворювань. Олеїнова кислота має нейропротекторну, імуномодуючу дію, позитивно впливає на обмінні процеси в організмі (Katariya et al., 2021).

У суцвіттях, листках і коренях міститься незначна кількість ліноленової і міристеалаїнової кислот, які не виявлено у плодах. У всіх досліджуваних зразках спостерігається незначна кількість пальмітолеїнової, елаїнової, ерукової ненасичених жирних кислот.

Висновки. Уперше проведено хромато-мас-спектрометричне визначення якісного складу та кількісного вмісту жирних кислот у генеративних (суцвіттях і плодах) та вегетативних (листках і коренях) органах магонії падуболистої, вирощеної в Україні. Ідентифіковано в листках 22 жирні кислоти (10 насичених і 12 ненасичених), у суцвіттях і коренях – по 20 (по 10 насичених і по 10 ненасичених), у плодах – 17 жирних кислот (9 насичених і 8 ненасичених). У досліджуваних зразках не ідентифіковано 6 жирних кислот. Загальний вміст жирних кислот у досліджуваній сировині магонії падуболистої становив: у плодах – 5 455,5 мкг/г, у суцвіттях – 8 291,89 мкг/г, у листках – 7 474,57 мкг/г, у коренях – 5 418,44 мкг/г. У плодах, суцвіттях, листках панівною насиченою кислотою була пальмітинова кислота, у коренях – бегенова. Серед ненасичених жирних кислот кількісно в усіх досліджуваних органах рослини переважали лінолева й олеїнова кислоти.

Отримані результати свідчать про широкий профіль жирних кислот у генеративних і вегетативних органах магонії падуболистої та про перспективність їх подальшого комплексного вивчення з метою створення вітчизняних лікарських засобів.

ЛІТЕРАТУРА

- Analysis of Fatty Acid Composition of Crude Seed Oil of *Lactuca sativa* L. by GC-MS and GC Methods / S. Afsharypuor, M. Ranjbar, M. Mazaheri et. al. *Trends in Pharmaceutical Sciences*. 2018. 4 (2).
 Akusu, O. M., Wordu, G. O. Physicochemical properties and fatty acid profile of Allanblackia seed oil and African pear pulp oils. *International Journal of Biotechnology and Food Science*. 2019. 7 (2). P. 14–22.
 Phytochemical Analysis of Anti-Inflammatory and Antioxidant Effects of *Mahonia aquifolium* Flower and Fruit Extracts / A.-D. Andreicut, A. E. Părvu, A. C. Mot et al. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2018. 2018 (9). P. 1–12.

- Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Mahonia aquifolium* leaves and bark extracts / A.-D. Andreicut, A. E. Pârvu, A. C. Mot et al. *Farmacia*. 2018. 66 (1). P. 49–58.
- Mahonia* species (*M. jaunsarensis* Ahrendt, *M. nepalensis* DC, *M. aquifolium* Nutt, *M. acanthifolia* Don, *M. borealis* Takeda, *M. oiwakensis* Hayata and *M. leschenaultii* Takeda) / A. Bisht, S. K. Singh, A. Bahukhandi et al. *In Himalayan Fruits and Berries*. 2023. P. 241–250. Doi 10.1016/B978-0-323-85591-4.00025-8.
- Determination of *Arnica foliosa* Nutt. fatty acids content by gc/ms method / L. Budniak, L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn, O. Demydiak. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2020. 6 (28). P. 14–18. Doi 10.15587/2519-4852.2020.216474.
- Determination of composition of fatty acids in *Saponaria officinalis* L. / L. Budniak, L. Slobodianiuk, S. Marchyshyn et al. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2021. 1 (29). P. 25–30. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2021.224671>.
- Bioactive dietary long-chain fatty acids: Emerging mechanisms of action / R. S. Chapkin, D. N. McMurray, L. A. Davidson et al. *British Journal of Nutrition*. 2008. 100. P. 1152–1157.
- Coklar, H., Akbulut, M. Anthocyanins and phenolic compounds of *Mahonia aquifolium* berries and their contributions to antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*. 2017. 35. P. 166–174.
- Das, U. N. Bioactive lipids and vascular disease. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2021. 75. P. 1528–1531.
- Identification of cytotoxic metabolites from *Mahonia aquifolium* using 1H NMR-based metabolomics approach / D. Godevac, A. Damjanovic, T. P. Stanojkovic et al. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2018. 150. P. 9–14.
- Gunduz, K. Morphological and phytochemical properties of *Mahonia aquifolium* from Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2013. 50 (3). P. 439–443.
- He, J.-M., Mu, Q. The medicinal uses of the genus *Mahonia* in traditional Chinese medicine: An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2015. 175. P. 668–683.
- Review on: Role of Oleic Acid in Various Disease / A. Katariya, V. Gajera, V. Lambole et al. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2021. 67 (2). P. 197–205.
- Analysis of carboxylic acids of *Astragalus dasyanthus* Pall. herb / O. Khvorost, Ye. Zudova, L. Budniak et al. *Pharmacia*. 2023. 70 (4). P. 1231–1238. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e111279>.
- Кобів Ю. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ: Наукова думка, 2004. 800 с.
- Біологічно активні сполуки *Salsola tragus* L. (*Chenopodiaceae*) як перспективного фармакологічного об'єкта України / Н. А. Кириленко, Ф. П. Ткаченко, О. О. Молодченкова, С. В. Баєва. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2021. Т. 26, вип. 2 (49). С. 23–33.
- Determination of amino acids content of the *Mahonia aquifolium* by GC/MS / Ye. Lastovychenko, S. Marchyshyn, L. Slobodianiuk et al. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2025. 2 (54). P. 78–85. <http://doi.org/10.15587/2519-4852.2025.327913>.
- Analysis of carboxylic acids of *Crambe cordifolia* Steven / S. Marchyshyn, L. Slobodianiuk, L. Budniak, O. Skrynychuk. *Pharmacia*. 2021. 68 (1). P. 15–21. Doi 10.3897/pharmacia.68.e56715.
- Mercola, J., D'Adamo, C. R. Linoleic Acid: A Narrative Review of the Effects of Increased Intake in the Standard American Diet and Associations with Chronic Disease. *Nutrients*. 2023. 15 (14). P. 3129.
- Effects of *Mahonia aquifolium* ointment on the expression of adhesion, proliferation, and activation markers in the skin of patients with psoriasis / A. Mot, U. Andrees, H. Grimme et al. *Forsch Komplementarmed*. 1999. 6 (Suppl 2). P. 19–21.
- Palmitic acid is a toll-like receptor 4 ligand that induces human dendritic cell secretion of IL-1 β / D. A. Nicholas, K. Zhang, C. Hung et al. *PloS one*. 2017. 12 (5). P. e0176793.
- Олефіренко А. О., Кисличенко В. С. Дослідження жирнокислотного складу трави лізiantусу Рассела. *Одеський медичний журнал*. 2024. 6 (191). С. 92–95.
- Осип Ю. Л., Осип М. А., Раковець О. Ю. Оптимізація співвідношення ω -6/ ω -3 жирних кислот у соняшниковій олії. *Scientific Journal "ScienceRise: Biological Science"*. 2019. 4 (19). P. 48–52.
- Dietary alteration of n-3 and n-6 fatty acids for headache reduction in adults with migraine: Randomized controlled trial / C. E. Ramsden, D. Zamora, K. R. Faurot et al. *BMJ*. 2021. 374. P. n1448.
- Morphological and biochemical characteristics of plant parts *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. and some physical indicators of its extracts in activated water / V. H. Sedláčková, J. Brindza, P. Maliniaková et al. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2022. 6 (1). P. 103–116.
- Quantitative analysis of fatty acids and monosaccharides composition in *Chamerion angustifolium* L. by GC/MS method / L. Slobodianiuk, L. Budniak, H. Feshchenko et al. *Pharmacia*. 2022. 69 (1). P. 167–174. doi.org/10.3897/pharmacia.69.e76687.
- Determination of Cytotoxic Activity of Selected Isoquinoline Alkaloids and Plant Extracts Obtained from Various Parts of *Mahonia aquifolium* Collected in Various Vegetation Seasons / T. Tuzimski, A. Petruczynik, B. Kaproń et al. *Molecules*. 2021. 26 (4). P. 816.
- Effects of dietary plant-derived low-ratio linoleic acid/alpha-linolenic acid on blood lipid profiles: a systematic review and meta-analysis / Q. Wang, H. Zhang, Q. Jin, X. Wang. *Foods*. 2023. 12 (16). P. 3005.
- Palmitic acid induces hepatocellular oxidative stress and activation of inflammasomes / W. Xu, Y. B. Guo, X. Li et al. *Journal of Southern Medical University*. 2016. 36 (5). P. 655–659.

REFERENCES

- Afsharypuor, S., Ranjbar, M., Mazaheri, M., Shakibaei, F., & Aslani, A. (2018). Analysis of Fatty Acid Composition of Crude Seed Oil of *Lactuca sativa* L. by GC-MS and GC Methods. *Trends in Pharmaceutical Sciences*, 4 (2).
- Akusu, O.M., & Wordu, G.O. (2019). Physicochemical properties and fatty acid profile of Allanblackia seed oil and African pear pulp oils. *International Journal of Biotechnology and Food Science*, 7 (2), P. 14–22.
- Andreicut, A.-D., Pârvu, A.E., Mot, A.C., Pârvu, M., Fodor, E.F., Cătoi, A.F., Feldrihan, V., Cecan, M. & Irimie A. (2018a) Phytochemical Analysis of Anti-Inflammatory and Antioxidant Effects of *Mahonia aquifolium* Flower and Fruit Extracts. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018 (9), P. 1–12.
- Andreicut, A.-D., Pârvu, A.E., Mot, A.C., Pârvu, M., Fodor, E.F., Feldrihan, V., Cătoi, A.F., Cecan, M. & Irimie A. (2018b) Anti-inflammatory and antioxidant effects of *Mahonia aquifolium* leaves and bark extracts. *Farmacia*, 66 (1), P. 49–58.
- Bisht, A., Singh, S.K., Bahukhandi, A., Bisht, M. & Bhatt, I.D. (2023). *Mahonia* species (*M. jaunsarensis* Ahrendt, *M. nepalensis* DC, *M. aquifolium* Nutt, *M. acanthifolia* Don, *M. borealis* Takeda, *M. oiwakensis* Hayata and *M. leschenaultii* Takeda). *In Himalayan Fruits and Berries*, P. 241–250. Doi 10.1016/B978-0-323-85591-4.00025-8.

- Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Demydiak, O. (2020). Determination of *Arnica foliosa* Nutt. fatty acids content by gc/ms method. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 6 (28), P. 14–18. Doi 10.15587/2519-4852.2020.216474.
- Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Kostyshyn, L., & Horoshko, O. (2021). Determination of composition of fatty acids in *Saponaria officinalis* L. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 1 (29), 25–30. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2021.224671>.
- Chapkin, R.S., McMurray, D.N., Davidson, L.A., Patil, B.S., Fan, Y.Y., & Lupton, J.R. (2008). Bioactive dietary long-chain fatty acids: Emerging mechanisms of action. *British Journal of Nutrition*, 100, P. 1152–1157.
- Coklar, H. & Akbulut, M. (2017). Anthocyanins and phenolic compounds of *Mahonia aquifolium* berries and their contributions to antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 35, P. 166–174.
- Das, U.N. (2021). Bioactive lipids and vascular disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 75, P. 1528–1531.
- Godevac, D., Damjanovic, A., Stanojkovic, T. P., Anđelković, B., & Zdunić, G. (2018). Identification of cytotoxic metabolites from *Mahonia aquifolium* using 1H NMR-based metabolomics approach. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 150, P. 9–14.
- Gunduz, K. (2013). Morphological and phytochemical properties of *Mahonia aquifolium* from Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50 (3), P. 439–443.
- He, J.-M., & Mu, Q. (2015). The medicinal uses of the genus *Mahonia* in traditional Chinese medicine: An ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*, 175, P. 668–683.
- Katariya, A., Gajera, V., Lambole, V., Shah, D., & Joshi, H. (2021). Review on: Role of Oleic Acid in Various Disease. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 67 (2), 31, P. 197–205.
- Khvorost, O., Zudova, Ye., Budniak, L., Slobodianiuk, L., Kramar, H., Palamarchuk, O., & Ocheretniuk, A. (2023). Analysis of carboxylic acids of *Astragalus dasyanthus* Pall. herb. *Pharmacia*, 70 (4), P. 1231–1238. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e111279>.
- Kobiv, Yu. (2004). *Slovník ukrajinských naukových i národných názvů sudynnykh roslyn* [Dictionary of Ukrainian scientific and folk names of vascular plants]. Kyiv: Naukova dumka, 800 p [in Ukrainian].
- Kyrylenko, N.A., Tkachenko, F.P., Molodchenkova, O.O., & Baieva, S.V. (2021). Biologichno aktyvni spoluky *Salsola tragus* L. (*Chenopodiaceae*) yak perspektyvnoho farmakologichnoho obiektu Ukrainy [Biologically active compounds of *Salsola tragus* L. (*Chenopodiaceae*) as a promising pharmacological object of Ukraine]. *Visnyk ONU. Biologiya*, 26, 2 (49). P. 23–33 (in Ukrainian).
- Lastovychenko, Ye., Marchyshyn, S., Slobodianiuk, L., Budniak, L., Kischuk, V., Hlushchenko, O., & Doroshenko, O. (2025). Determination of amino acids content of the *Mahonia aquifolium* by GC/MS. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 2 (54), 78–85. <http://doi.org/10.15587/2519-4852.2025.327913>.
- Marchyshyn, S., Slobodianiuk, L., Budniak, L., Skrynychuk, O. (2021). Analysis of carboxylic acids of *Crambe cordifolia* Steven. *Pharmacia*, 68 (1), P. 15–21. Doi 10.3897/pharmacia.68.e56715.
- Mercola, J., & D'Adamo, C.R. (2023). Linoleic Acid: A Narrative Review of the Effects of Increased Intake in the Standard American Diet and Associations with Chronic Disease. *Nutrients*, 15 (14), P. 3129.
- Mot, A., Andrees, U., Grimme, H., Schöpf, E., & Simon, J. (1999). Effects of *Mahonia aquifolium* ointment on the expression of adhesion, proliferation, and activation markers in the skin of patients with psoriasis. *Forsch Komplementarmed*, 6 (Suppl 2), P. 19–21.
- Nicholas, D.A., Zhang, K., Hung, C., Glasgow, S., Aruni, A.W., Unteraehrer, J., Payne, K.J., Langridge, W.H.R., & De Leon, M. (2017). Palmitic acid is a toll-like receptor 4 ligand that induces human dendritic cell secretion of IL-1 β . *PloS one*, 12 (5), P. e0176793.
- Olefirenko, A.O., & Kyslychenko, V.S. (2024). Doslidzhennia zhynokyslotnoho skladu travy *Liziantusu Rassela* [Research on the fatty acid composition of *Russell's Lisianthus* herb]. *Odeskyi medychnyi zhurnal*, 6 (191), P. 92–95 [in Ukrainian].
- Osyp, Yu.L., Osyp, M.A., & Rakovets, O.Yu. (2019). Optymizatsiia spivvidnoshennia ω -6 / ω -3 zhynnykh kyslot u soniashnykovii olii [Optimization of the ratio ω -6 / ω -3 fatty acids in sunflower oil]. *Scientific Journal "ScienceRise: Biological Science"*, 4 (19), P. 48–52 [in Ukrainian].
- Ramsden, C.E., Zamora, D., Faurot, K.R., MacIntosh, B., Horowitz, M., Keyes, G.S. (2021). Dietary alteration of n-3 and n-6 fatty acids for headache reduction in adults with migraine: Randomized controlled trial. *BMJ*, 374, P. n1448.
- Sedláčková, V.H., Brindza, J., Maliniaková, P., Pancurak, F., & Grygorieva, O. (2022). Morphological and biochemical characteristics of plant parts *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. and some physical indicators of its extracts in activated water. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 6 (1), P. 103–116.
- Slobodianiuk, L., Budniak, L., Feshchenko, H., Sverstiuk, A., & Palaniza, Yu. (2022). Quantitative analysis of fatty acids and monosaccharides composition in *Chamerion angustifolium* L. by GC/MS method. *Pharmacia*, 69 (1), P. 167–174. doi.org/10.3897/pharmacia.69.e76687.
- Tuzimski, T., Petruczynik, A., Kaproń, B., Makuch-Kocka, A., Szultka-Młyńska, M., Misiurek, J., Szymczak, G., & Buszewski, B. (2021). Determination of Cytotoxic Activity of Selected Isoquinoline Alkaloids and Plant Extracts Obtained from Various Parts of *Mahonia aquifolium* Collected in Various Vegetation Seasons. *Molecules*, 26 (4), 816. <https://doi.org/10.3390/molecules26040816>.
- Wang, Q., Zhang, H., Jin, Q., & Wang, X. (2023). Effects of dietary plant-derived low-ratio linoleic acid/alpha-linolenic acid on blood lipid profiles: a systematic review and meta-analysis. *Foods*, 12 (16), P. 3005.
- Xu, W., Guo, Y.B., Li, X., He, M.-R., & Liu, S. (2016). Palmitic acid induces hepatocellular oxidative stress and activation of inflammasomes. *Journal of Southern Medical University*, 36 (5), P. 655–659.

Стаття надійшла до редакції 14.02.2024
Стаття прийнята до друку 24.04.2025

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Ластовиченко Є. – збір та аналіз даних, дизайн дослідження, написання статті;

Джуренко Н. – збір та аналіз даних, участь у написанні статті, анотації.

Слободянюк Л. – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

Будняк Л. – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

Кузьмак І. – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

Марчишин С. – ідея, дизайн дослідження, написання статті, остаточне затвердження статті.

Електронна адреса для листування з авторами: marchyshyn@tdmu.edu.ua