

І. Ф. Дуюн

Аналіз жирнокислотного складу сировини *Achillea micranthoides* *Klok. et Krytzka*

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, м. Запоріжжя

Ключові слова: *Achillea micranthoides*
Klok. et Krytzka, трава деревію подового,
жирні кислоти, газова хроматографія

На перспективність впровадження в медичну практику лікарської рослинної сировини вказує не тільки її широкий ареал розповсюдження, але й різноманітний хімічний склад, що зумовлює широкий спектр фармакологічної активності. Одним із таких видів, що відповідає даним вимогам, є рослина роду *Achillea* L. – трава *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka (деревій подовий).

У попередніх наших дослідженнях було виявлено значний вміст поліфенольних сполук, які зумовлюють гепатопротекторну й антиоксидантну активність [1], а також каротиноїди [2] та ефірні олії [3].

Відомо, що цукровий діабет II типу, який є одним із розповсюджених захворювань сьогодення, характеризується інсулінорезистентністю, дисліпідемією, протромботичним, прооксидативним станом, а також часто супроводжується ожирінням за центральним типом розподілу. Особливістю такого типу ожиріння є зниження вмісту холестерину ліпопротеїнів високої щільності (ХС ЛПВЩ), підвищенням рівня тригліцеридів (ТГ), а також загальної концентрації в плазмі крові неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК) [4, 5]. У свою чергу, збільшення НЕЖК призводить до

подальшого зниження інсулінової чутливості тканин, яка має наслідком оксидативний стрес, ушкодження ендотелію та гіпертензію [5]. Формування та розриви атеросклеротичних бляшок викликають агрегацію тромбоцитів з подальшим утворенням тромбів, та як наслідок – інфарктом міокарда – найчастішою причиною смерті хворих на цукровий діабет II типу [4, 5]. Виявляється, що рівень холестерину ліпопротеїдів низької щільності (ХС ЛПНЩ) відіграє найбільшу роль у передчасному та ранньому атеросклерозі та розвитку ішемічної хвороби серця як фактор ризику в пацієнтів з цукровим діабетом II типу. Відомо про позитивний вплив поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) на метаболізм людини, захист від переокисного окиснення клітинних мембран, зменшення рівня холестеролу та як наслідок зниження ризику виникнення серцево-судинних патологій. Доведено участь есенціальних ПНЖК у профілактиці та лікуванні атеросклерозу, його тромбонекротичних наслідків (ішемічна хвороба серця й інфаркт, стенози коронарних судин та інші цереброваскулярні патології) [6].

Усе вищенаведене зумовлює доцільність застосування омега-3 ПНЖК у комплексній терапії та профілактиці дисметаболізму, інсулінорезистентності за умов цукрового діабету II типу та пов'язаного з ним атеросклерозу.

Жирні кислоти, фосфоліпіди, стероїди є важливими біологічно активними речовинами. Вони входять до складу клітинних мембран, беруть участь у ліпідному обміні, синтезі гормонів і простагландинів, сприяють стабілізації протеїнів, регенерації епітелію, відновленню захисного бар'єра шкіри. Найціннішими для організму людини є ненасичені жирні кислоти, тобто ті, які в своїй структурі мають один або декілька подвійних зв'язків [6].

Лінолева та ліноленова кислоти належать до ПНЖК, не синтезуються організмом людини, тому називаються незамінними. Ці кислоти виявляють гіпохолестеринемічні, імуномодуючі та протизапальні властивості. Ліноленова кислота може інгібувати синтез деяких ферментів, за рахунок чого вона має протипухлинну дію [7, 8]. Ліноленова кислота знижує ризик серцево-судинних захворювань, пов'язаних з аритміями, тромбозом, підвищеним рівнем ТГ, атеросклерозом і високим рівнем артеріального тиску [9–11].

Олеїнова кислота, також відома як омега-9-ненасичена жирна кислота, запобігає наслідкам інсулінорезистентності, здатна знижувати рівень ХС ЛПНЩ у крові та перешкоджати зсіданню холестеринових бляшок на стінки судин, знижуючи таким чином ризик розвитку атеросклерозу [12, 13].

Отже, жирні кислоти відіграють важливу роль в організмі людини та є важливим компонентом раціону її харчування. Організм людини не завжди здатний синтезувати ці речовини, тому для здійснення біохімічних процесів потрібно, щоб ці сполуки потрапляли з їжею. Враховуючи розповсюдження порушень метаболізму в людини та ризик виникнення атеросклерозу на тлі цукрового діабету II типу, актуальним сьогодні є

пошук нових сполук, здатних впливати на цей патологічний стан. Пріоритетним і перспективним є застосування фітозасобів, які відповідають усім вимогам до сучасних лікарських засобів, але проявляють менше побічних ефектів.

З огляду на високу біологічну активність і перспективу застосування доцільними є дослідження представника роду *Achillea* L. – трави деревію подового (*Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka), зокрема визначення якісного та кількісного вмісту жирних кислот.

Достовірні відомості щодо жирнокислотного складу трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka у фаховій літературі відсутні.

Мета дослідження – аналіз жирнокислотного складу трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження обрано траву *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka. Для аналізу використовували сировину, заготовлену впродовж фенологічної фази (червень–жовтень) на території Запорізької області.

Для проведення дослідження жирних кислот у траві досліджуваного виду було отримано ліпофільні фракції шляхом екстракції сировини гексаном в апараті Сокслета протягом 1 год (1 : 50).

Аналіз жирнокислотного складу ліпофільних фракцій проводили методом газової хроматографії метилових естерів жирних кислот з наступним їхнім визначенням на хроматографі Agilent Technology 7890 ВІЗ мас-спектрометричним детектором 597 7В (ГХ-МС) на мікрокапілярних колонках у запрограмованому режимі. Метиллові естери жирних кислот одержували за модифікованою методикою Пейскера, яка забезпечувала повне метилювання жирних кислот.

У скляні ампули вміщували 30–50 мкл ліпофільної фракції, додавали 2,5 мл метилюючої суміші, після чого ампули запаювали та вміщували до термостата з температурою 105 °С на 3 год. Після закінчення метилювання вміст ампули переносили в пробірку, додавали порошкоподібний цинку сульфат на кінчику шпателя, 2 мл води очищеної та 2 мл гексану для екстракції метилових естерів. Уміст пробірки ретельно збовтували та відстоювали, після чого фільтрували та використовували для хроматографічного аналізу. Для метилювання використовували суміш хлороформу з метанолом і сульфатною кислотою у співвідношенні 100 : 100 : 1 [14].

Жирнокислотний склад ліпофільних екстрактів досліджували методом ГХ-МС. Для хроматографування використовували мікрокапілярну хроматографічну колонку DB-5ms, довжиною 30 м, діаметром 0,32 мм. Інжектор: автоінжектор 7693, Split (20:1). Температуру детектора – 250 °С. Температуру термостата колонок програмували

від 50 °С до 320 °С (4 °/хв). У хроматографічну колонку пробу вводили в режимі splitless зі швидкістю 1,2 мл/хв протягом 0,2 хв. Постійний потік газу-носія (гелій) – 1,2 мл/хв. Ідентифікацію метилових естерів жирних кислот проводили за часом утримання піків порівняно зі стандартною сумішшю. Розрахунок складу метилових естерів проводили методом внутрішньої нормалізації.

Результати та їх обговорення. ГХ-хроматограму метилових естерів жирних кислот наведено на рисунку. Якісний склад ідентифікованих жирних кислот та їхній уміст від загальної суми кислот наведено в таблиці.

Отримані результати свідчать про те, що в ліпофільному екстракті *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka міститься 13 жирних кислот (7 насичених і 6 ненасичених) (таблиця). Встановлено, що в ліпофільному екстракті переважають ПНЖК, серед яких значна частина припадає на лінолеву кислоту, кількість якої

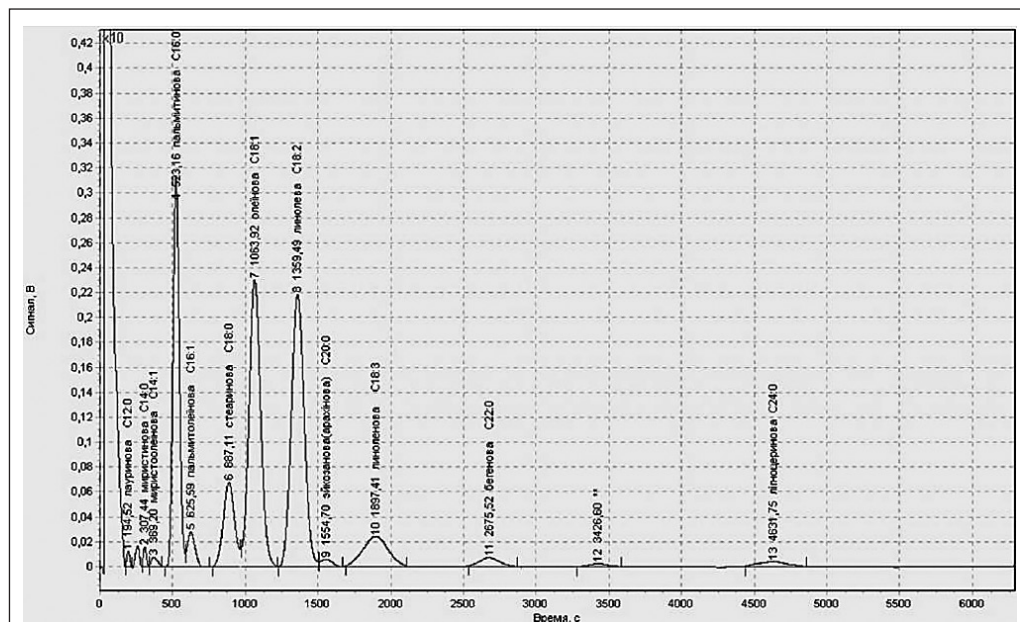


Рисунок. ГХ-хроматограма метилових естерів жирних кислот трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka

*Компонентний склад і кількісний уміст метилових естерів жирних кислот
трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka, ($M \pm m$)*

Індекс кислоти	Метиліві естери жирних кислот	Уміст, відсоток від загальної кількості
<i>Насичені жирні кислоти</i>		
C12: 0	Лауринова (додеканова) $C_{11}H_{23}COOH$	$0,40 \pm 0,17$
C14: 0	Міристинова (тетрадеканова) $CH_3(CH_2)_{12}COOH$	$0,55 \pm 0,13$
C16: 0	Пальмітинова (гексадеканова) $C_{15}H_{31}COOH$	$20,31 \pm 0,36$
C18: 0	Стеаринова (октадеканова) $C_{18}H_{36}O_2$	$7,95 \pm 0,19$
C20: 0	Арахінова (эйкозанова) $C_{20}H_{40}O_2$	$1,02 \pm 0,23$
C22: 0	Бегенова (докозанова) $C_{21}H_{43}COOH$	$1,58 \pm 0,88$
C24: 0	Лігноцеринова (тетракозанова) $C_{23}H_{47}COOH$	$< 0,1$
Сума насичених кислот		$33,16 \pm 2,80$
<i>Ненасичені жирні кислоти</i>		
C14: 1	Міристоолеїнова (цис-9-тетрадекенова) $C_{13}H_{25}COOH$	$0,56 \pm 0,09$
C16: 1	Пальмітолеїнова (гексадеценова) $C_{16}H_{30}O_2$	$2,73 \pm 0,08$
C18: 1	Олеїнова (октадеценова) $C_{18}H_{34}O_2$	$26,67 \pm 0,28$
C18: 2	Лінолева (октадекадієнова) $C_{18}H_{32}O_2$	$29,71 \pm 2,68$
C18: 3	Ліноленова (октадекатрієнова) $C_{18}H_{30}O_2$	$6,52 \pm 0,28$
C22: 1	Ерукова (докозенова) $C_{22}H_{42}O_2$	$0,65 \pm 0,49$
Сума ненасичених кислот		$66,84 \pm 6,53$

становить $(29,71 \pm 2,68) \%$, олеїнову кислоту – $(26,67 \pm 0,28) \%$ та ліноленову кислоту – $(6,52 \pm 0,28) \%$. Виявлений уміст ПНЖК у ліпофільному екстракті складає $(66,84 \pm 6,53) \%$. З насичених жирних кислот у траві *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka переважає кислота пальмітинова – $(20,31 \pm 0,36) \%$ (таблиця).

Відомий їхній вплив на серцево-судинну й інші органи та системи: вони перешкоджають розвитку атеросклерозу, покращують кровообіг, проявляють кардіопротекторну й антиаритмічну активність, зменшують запальні процеси в організмі, покращують живлення тканин. Кислота лінолева є структурним елементом клітинних мембран і попередником кислоти арахідонової, з якої синтезуються простагландини та тромбоксани II групи, що причетні до регуляції артеріального тиску [9]. Кислота ліноленова є попередником кислоти ейкозапентоєнової, яка є вихідною речовиною для утворення ейкозаноїдів. Ці біологічні сполуки здатні впливати на частоту серцевих скорочень та артеріальний тиск. За останніми науковими висновками вважається, що ця омега-3 жирна кислота є ефективною при лікуванні ішемічної хвороби артерій завдяки своєму впливу на обмін холестерину.

Дефіцит ліноленової кислоти призводить до зорових порушень, неврологічних проблем та ін. [10, 11]. Олеїнова кислота, яка відома як омега-9 жирна кислота, впливає на клітинний імунітет, запобігає відкладенню холестеринових бляшок, пригнічує активацію тромбоцитів, впливає на інсулінорезистентність, знижуючи ризик виникнення цукрового діабету II типу та серцево-судинних захворювань [12, 15].

Висновки

1. Уперше методом газової хроматографії було досліджено якісний склад і кількісний вміст жирних кислот з трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka. За результатами експерименту в сировині виявлено 13 жирних кислот, 12 з яких були ідентифіковані: серед них 6 відносять до насичених жирних кислот, 6 – до ненасичених.
2. У траві *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka кількісно домінували ненасичені жирні кислоти, зокрема лінолева, олеїнова та ліноленова кислоти.
3. Отримані дані щодо вмісту ненасичених жирних кислот підтверджують перспективність використання сировини *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka для розробки лікарських засобів на її основі.

1. Экспериментальное изучение гепатопротекторной и антиоксидантной активности экстракта травы *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka. И. Ф. Дуюн, А. В. Мазулин, И. Ф. Беленичев, А. В. Абрамов. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2019. Т. 13, № 1. С. 51–57.
2. Дуюн І. Ф., Марчишин С. М. Визначення вмісту каротиноїдів у деревію пагорбового та деревію подового суцвіттях. *Медична та клінічна хімія*. 2022. Т. 24, № 1. С. 58–63.
3. Дуюн І. Ф. Марчишин С. М. Вивчення складу ефірної олії *Achillea micranthoides* Klok. et Krutsk. *Хімія природних сполук: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, м. Тернопіль, 27–28 жовт. 2022 р. Тернопіль : Укрмедкнига, 2022. С. 34–35.*
4. Lipoprotein(a) as a cardiovascular risk factor among patients with and without diabetes mellitus: the Mass General Brigham Lp(a) Registry. A. Shiyovich, A. N. Berman, S. A. Besser et al. *Cardiovasc. Diabetol.* 2024. V. 52 (1). P. 18–23.
5. Lecube A. Impacto de la obesidad y la diabetes en la salud y en la enfermedad cardiovascular [Impact of obesity and diabetes on health and cardiovascular disease]. *Aten. Primaria.* 2024. V. 36 (2). P. 12–56.

6. Біологічна дія поліненасичених n-3 жирних кислот в організмі людини та основні джерела забезпечення їх потреби. І. І. Грициняк, К. Б. Смолянінов, І. В. Вудмаска та ін. *Біологія тварин*. 2010. Т. 12, № 2. С. 34–43.
7. Linoleic acid status in cell membranes inversely relates to the prevalence of symptomatic carotid artery disease. I. Lázaro, M. Cofán, A. J. Amor et al. *Stroke*. 2021. V. 52 (2). P. 703–706.
8. 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. V. 15 (14). P. 3129.
9. Association between erythrocyte membrane n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids and carotid atherosclerosis: a prospective study. D. Ding, Q. W. Zhong, L. S. Zuo et al. *Atherosclerosis*. 2020. V. 298. P. 7–13.
10. Naghshi S. Dietary intake and biomarkers of alpha linolenic acid and risk of all cause, cardiovascular, and cancer mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *BMJ*. 2021. V. 375 (2213). P. 1–19.
11. Смойловська Г. П. Дослідження якісного складу та кількісного вмісту карбонових кислот у листі *Urtica dioica* L. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2015. № 3 (19). С. 48–51.
12. Oleic acid and eicosapentaenoic acid reverse palmitic acid-induced insulin resistance in human HepG2 cells via the reactive oxygen species/JUN Pathway. Y. Sun, J. Wang, X. Guo et al. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2021. V. 19 (5). P. 754–771.
13. Role of oleic acid in the gut-liver axis: from diet to the regulation of its synthesis via stearyl-CoA desaturase 1 (SCD1). E. Piccinin, M. Cariello, S. De Santis et al. *Nutrients*. 2019. V. 11 (10). P. 2283.
14. Шиморова Ю. Є. Кисличенко В. С., Кузнєцова В. Ю. Вивчення жирнокислотного складу коренеплодів *Pastinaca sativa* L. *Фітотерапія. Часопис*. 2017. № 1. С. 46–49.
15. The mechanism of oleic acid inhibiting platelet activation stimulated by collagen. X. Zhou, X. Zhou, R. Zhu et al. *Cell Commun. Signal*. 2023. V. 21 (1). P. 278.

Конфлікт інтересів відсутній.

І. Ф. Дуюн

Аналіз жирнокислотного складу сировини *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka

Враховуючи тенденцію до значного поширення захворювань на цукровий діабет II типу, особливо серед осіб похилого віку, і його небезпечні наслідки – атеросклеротичні серцево-судинні захворювання (ішемічна хвороба серця, цереброваскулярна хвороба) та високий рівень смертності від цих патологій, залишається актуальним пошук лікарських засобів як для профілактики, так і для комплексного лікування кардіоваскулярних захворювань.

Перспективним є застосування поліненасичених жирних кислот, які проявляють широкий спектр біологічної дії в організмі, зокрема сприяють зниженню артеріального тиску, покращанню кровообігу, беруть участь у синтезі простагландинів тощо. Тому пошук нових рослинних джерел, що містять поліненасичені жирні кислоти, є актуальним завданням сучасної фармацевтичної науки для створення ефективних лікарських засобів.

Мета дослідження – аналіз жирнокислотного складу трави *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka.

Аналіз жирнокислотного складу ліпофільних фракцій проводили методом газової хроматографії метилових естерів жирних кислот з наступним їхнім визначенням на хроматографі Agilent Technology 7890 B із мас-спектрометричним детектором 597 7B (ГХ-МС).

Встановлено, що в ліпофільному екстракті досліджуваної сировини виявлено 13 жирних кислот, у кількісному співвідношенні переважають поліненасичені жирні кислоти, серед яких значна частина припадає на лінолеву кислоту – (29,71 ± 2,68) %, олеїнову кислоту (26,67 ± 0,28) % та ліноленову кислоту – (6,52 ± 0,28) %.

Одержані результати дозволяють рекомендувати сировину *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka як рослинне джерело поліненасичених жирних кислот із метою створення ефективних вітчизняних лікарських засобів і дієтичних добавок на їхній основі.

Ключові слова: *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka, трава деревію подового, жирні кислоти, газова хроматографія

І. F. Duyun

Analysis of the fatty acid composition of *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka

Taking into account the tendency to increase such a metabolic disorder as type II diabetes mellitus, especially in the elderly, and its dangerous consequences – atherosclerotic cardiovascular diseases

(coronary heart disease), cerebrovascular disease), high mortality rate due to these pathologies, the search for medicines for both prevention and complex treatment of a number of cardiovascular diseases remains relevant.

The use of polyunsaturated fatty acids is promising, as they have a wide range of biological effects in the body, in particular, they help to reduce cholesterol, blood pressure, improve blood circulation, participate in the synthesis of prostaglandins, etc. Therefore, the search for new plant sources containing polyunsaturated fatty acids is an urgent task of modern pharmaceutical science in order to create effective medicines.

The aim of the study – to investigate the qualitative composition and quantitative content of fatty acids of grass *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka using the gas chromatography (GC-MS) method.

As a result, 13 fatty acids were found in the lipophilic extract of the studied raw material, polyunsaturated fatty acids predominate in the quantitative ratio, among which a significant part is linoleic acid – $(29.71 \pm 2.68)\%$, oleic acid – $(26.67 \pm 0.28)\%$ and linolenic acid – $(6.52 \pm 0.28)\%$.

The results obtained allow us to recommend the raw materials of *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka as plant sources of polyunsaturated fatty acids for the creation of effective medicines and dietary supplements based on them.

Key words: *Achillea micranthoides* Klok. et Krytzka, yarrow grass, fatty acids, gas chromatography

ORCID ID автора:

Дююн І. Ф. (ORCID ID 0000-0003-1134-2543).

Надійшла: 04 жовтня 2024 р.

Прийнята до друку: 19 лютого 2025 р.

Контактна особа: Дююн Ірина Федорівна, PhD, старший викладач, кафедра клінічної фармації, фармакотерапії, фармакогнозії та фармацевтичної хімії, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, буд. 26, бульв. Марії Примаченко, м. Запоріжжя, 69035.
Тел.: + 38 0 61 239 68 90.

Електронна пошта: duyun77@ukr.net .