



УДК 615.322:582.998.16-119.2:547.474

**SATURATED FATTY ACIDS OF INFLORESCENCES OF TAGETES
ERECTA L. VAR. «INKA II YELLOW»
НАСИЧЕНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ СУЦВІТЬ ЧОРНОБРИВЦІВ ПРЯМОСТОЯЧИХ
СОРТУ «INKA II YELLOW»**

Maliuhina O. O. / Малюгіна О. О.*Ph.D, senior lect. / к. фарм. н., ст. викл.*

ORCID: 0000-0002-4909-4250

Smoilovska G. P. / Смойловська Г. П.*Ph.D., doc. / к. фарм. н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6272-2012

*Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University,**Zaporizhzhia, Maiakovskoho avenue 26, 69035**Запорізький державний медико-фармацевтичний університет,**Запоріжжя, просп. Маяковського 26, 69035*

Анотація. Насичені жирні кислоти мають перспективи у якості допоміжних агентів, у тому числі при створенні лікарських засобів спрямованого транспорту. Особливу цікавість викликає застосування природних сполук, які містяться у рослинній сировині, у складі сучасних лікарських засобів. Однією з перспективних рослин для розробки новітніх препаратів є чорнобривці. Метою роботи є визначення якісного складу та кількісного вмісту насичених жирних кислот у суцвіттях чорнобривців прямостоячих сорту «Inka II Yellow» методом газової хроматографії. У результаті проведеного дослідження визначено, що сумарний вміст насичених жирних кислот у досліджуваній сировині складає до $17,016 \pm 0,85\%$. Ідентифіковано п'ять насичених жирних кислот: арахінову, бегенову, міристинову, пальмітинову та стеаринову.

Ключові слова: жирні кислоти, чорнобривці прямостоячі, *Tagetes L.*

Вступ.

Речовини ліпофільної природи, зокрема жирні кислоти, є невід'ємною складовою будь-якої живої клітини та виконують ряд важливих функцій. Сучасні дослідження підкреслюють їх важливу роль не тільки як джерела енергії, але як структурного компоненту клітинних мембран, фосфоліпідів та сфінголіпідів, пальмітоїльованих білків, муцину, сурфактанту легенів, ліпідних медіаторів тощо [1-3].

Дослідження останніх років акцентують увагу на фізіологічній ролі жирних кислот екзогенного надходження в регуляції балансу між насиченими та ненасиченими жирними кислотами [4]. При нормальному рівні надходження насичених жирних кислот до організму не відмічається суттєвого їх впливу на вміст ЛПНП у сироватці крові.

Насичені жирні кислоти значно рідше, ніж ненасичені, застосовують у якості лікувальних агентів. Існують метаболічні шляхи, які забезпечують необхідний рівень насичених жирних кислот у організмі людини навіть при їх дієтичній недостатності. При порушеннях метаболізму та надмірному споживанні, надлишок насичених жирних кислот може сприяти погіршенню стану здоров'я. У той же час, насичені жирні кислоти мають широкі перспективи застосування у якості допоміжних агентів, у тому числі при створенні сучасних лікарських засобів спрямованого транспорту [5].



Дослідження останніх років направлено на можливість використання в якості складників та носіїв ліків природних сполук з рослинної сировини. Спорідненість до клітинних структур організму людини підвищує здатність новітніх препаратів долати клітинні мембрани та збільшує їх терапевтичний ефект. Розглядається можливість використання фітосом як більш досконалої форми застосування рослинних сполук. Рослини роду Asteraceae, у тому числі чорнобривці, розглядаються як перспективні для отримання сучасних лікарських засобів [6, 7]

Чорнобривці прямостоячі – один з найбільш поширених і досліджуваних видів роду *Tagetes* L. у світі. У їх складі ідентифіковано широкий спектр біологічно активних речовин: флавоноїди, каротиноїди, дубильні речовини, органічні кислоти, ефірні олії, вітаміни та мікроелементи тощо. Екстракти та індивідуальні сполуки з рослинної сировини чорнобривців виявляють антимікробну, ранозагоюючу, протизапальну дію, ефективні при захворюваннях шкіри та шлунково-кишкового тракту [8, 9]. Вид *Tagetes erecta* L. відноситься до культивованих та об'єднує велику кількість сортів, які відрізняються за морфологічними характеристиками та складом біологічно активних речовин. Внутрішньовидові відмінності у хімічному складі чорнобривців прямостоячих всебічно досліджуються [10]. При цьому менше уваги приділено вивченню компонентному складу та вмісту жирних кислот сортів роду *Tagetes* L.

Метою роботи було визначення якісного складу та кількісного вмісту насичених жирних кислот у рослинній сировині чорнобривців прямостоячих сорту «Inka II Yellow».

Матеріали і методи.

Суцвіття чорнобривців прямостоячих сорту «Inka II Yellow», заготовлені у період активного цвітіння (липень-вересень) на території України. Рослинну сировину висушували до повітряно-сухого стану у сушильній шафі при +60°C.

Визначення вмісту жирних кислот здійснювали методом газової хроматографії на хроматографі «НР» 6890 series з полум'яно-іонізаційним детектором [11, 12]. Висушену сировину ретельно подрібнювали та екстрагували н-гексаном (1:2 об/об), витяг концентрували. Метилування ліпідної фракції виконували за стандартними методиками, використовуючи розчин натрую метилату у метанолі 2 моль/дм³. Отриману суму метилових ефірів жирних кислот розводили н-гексаном та вносили до хроматографічної системи (обсяг проби 1 мм³). Хроматографічне розділення здійснювали за допомогою капілярної колонки з наступними параметрами: температура термостату колонок 196°C, температура інжектора 250°C, температура печі інжектора 275°C. Газ-носіє – азот зі швидкістю потоку 40 мл/хв.

Вміст жирних кислот розраховували, спираючись на площу піків, за методикою внутрішньої нормалізації. Суму площ усіх піків приймали за 100%. Проводили статистичну обробку результатів

Результати і обговорення.

У результаті поведеного дослідження визначено, що сумарний вміст насичених жирних кислот у досліджуваній сировині складає до 17,016±0,85%. Ідентифіковано п'ять насичених жирних кислот: арахінову, бегенову,



міристинову, пальмітинову та стеаринову. У вмісті переважали пальмітинова (до $8,775 \pm 0,439\%$) та стеаринова ($4,117 \pm 0,205$) жирні кислоти, у менших кількостях знаходились бегенова та арахінова, міристинова кислота визначалась у слідових кількостях (таблиця 1, рисунок 1).

Таблиця 1 - Вміст насичених жирних кислот у суцвіттях чорнобривців прямоствячих сорту «Inka II Yellow», ($\bar{x} \pm \Delta\bar{x}$), n=6, P=95 %

Речовина, що визначається		Час виходу	Вміст, % від загальної кількості
Міристинова	C14:0	5,940	$0,294 \pm 0,015$
Пальмітинова	C16:0	8,435	$8,775 \pm 0,439$
Стеаринова	C 8:0	14,608	$4,117 \pm 0,205$
Арахінова	C 0:0	19,788	$1,081 \pm 0,054$
Бегенова	C 2:0	30,478	$2,749 \pm 0,137$
Разом насичених жирних кислот:			$17,016 \pm 0,85$

Авторська розробка



Рисунок 1 - Якісний склад та кількісний вміст насичених жирних кислот у ЛРС чорнобривців прямоствячих сорту «Inka II Yellow»

Авторська розробка

Пальмітинова кислота – одна з найпоширеніших у природі насичених жирних кислот. Вона може як надходити до організму людини з їжі, так і синтезуватися ендогенно та виконує широкий спектр важливих біологічних функцій. Вона виступає як структурний елемент клітинних мембран, секреторних та транспортних ліпідів, відіграє вирішальну роль у пальмітоїлюванні білків та сигнальних молекулах, впливає на біосинтез пальмітоїлетаноламиду [2, 5]. Також пальмітинова кислота бере участь у синтезі колагену, еластину, гіалуронової кислоти [13]. Пальмітинова кислота та її похідні широко застосовується у фармацевтичній та косметичній промисловості як допоміжна речовина, що окрім формотворчої функції, ще виступає як



емульгатор та емомент. Суміш пальмітинової та стеаринової кислот застосовується у виробництві рідких кремів [14, 15].

Стеаринова кислота та, особливо, її ефіри є розповсюдженими компонентами рослинних олій. Ряд експериментальних даних вказує на протизапальні ефекти стеаринової кислоти, які можна використовувати при складанні рецептур. На даний час стеаринова кислота широко використовується у виробництві таблеток та косметичних засобів [14, 16].

Таким чином, суцвіття чорнобривців прямостоячих сорту «Inka II Yellow» є перспективною рослинною сировиною для отримання індивідуальних жирних кислот, їх комплексів та препаратів на їх основі.

Висновки

Досліджений якісний склад та кількісний вміст насичених жирних кислот у суцвіттях чорнобривців прямостоячих сорту «Inka II Yellow». Визначено, що загальний вміст насичених жирних кислот у досліджуваній сировині сягає 17%. Основними насиченими жирними кислотами є пальмітинова та стеаринова.

Литература:

1. Agostoni C. Palmitic Acid and Health: Introduction / C. Agostoni, L. Moreno, R. Shamir // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2016. – Vol. 56, Is. 2. – P. 1941-1942.

2. Innis S. M. Palmitic Acid in Early Human Development / S. M. Innis // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2016. – Vol. 56, Is. 12. – P. 1952-1959.

3. Вивчення жирних кислот трави анісу звичайного / У. А. Умаров, С. В. Колісник, О. О. Алтухов та ін. // *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. – 2020. – Т. 18, вип. 4 (72). – С. 56-58. DOI 10.24959/ophcj.20.208401

4. Palmitic Acid: Physiological Role, Metabolism and Nutritional Implications [Електронний ресурс] / G. Carta, E. Murru, S. Banni, C. Manca // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – Is. 8. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00902>

5. The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids [Електронний ресурс] / L. Fernandes, E. Raalhosa, J. A. Pereira et al. // *Agriculture*. – 2018. – №8 (146). – Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture8100146>

6. Phyto-Niosomes: In Vitro Assessment of the Novel Nanovesicles Containing Marigold Extract / R. Nur Un, B. Barlas, M. Yavuz et al // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. - 2015. - Vol. 64, Is. 17. - P. 927-937 DOI: 10.1080/00914037.2015.1030663

7. Edible flowers with the common name “marigold”: Their therapeutic values and processing / B. Chitrakar, M. Zhang, B. Bhandari // *Trends in Food Science & Technology*. - 2019. - Vol. 89. - P. 76-87 DOI: 10.1016/j.tifs.2019.05.008

8. Phytochemicals and Their Biological Activities of Plants in Tagetes L. / XU Li-wei, C. Juan, QI Huan-Yang, SHI Yan-ping // *Chinese Herbal Medicines*. – 2012. – №4 (2). – P. 103-117.

9. Effect lutein of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) on decreasing glucose and malondialdehyde levels in Alloxan-induced blood mice [Електронний ресурс] / Kusmiati, W. Caesariato, F. Afiati, R. Hutabarat // *AIP Conference Proceedings*. –



Режим AIP Conference, 2019. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1063/1.5115726>

10. Quantitative analysis of polyphenolic compounds in two different cultivars of marigold (*Tagetes erecta* L.) using high-performance thin-layer chromatography [Електронний ресурс] / R. A. Mir, S. Irshad, S. Argal et al. // *Frontiers in Horticulture*.

11. Малюгіна О. Визначення вмісту жирних кислот у насінні чорнобривців прямоствоячих високорослої форми сорту «Гаваї» / О. Малюгіна, Г. Смойловська // *Матеріали ХХХІІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»*: Зб. наук. праць. – Переяслав-Хмельницький, 2018. – Вип. 33. – С. 496-499.

12. ДСТУ ISO 5509–2002 Жири тваринні і рослинні та олії. Приготування метилових ефірів жирних кислот [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/zhiri-tvarinni-i-roslinni-ta-oliyi-prigotuvannja-metilovih-std9838.html>

13. 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.

14. Допоміжні речовини у виробництві ліків : навч. посіб. для студентів вищ. фармац. навч. закл. / О. А. Рубан, І. М. Перцев, С. А. Кученко, Ю. С. Маслій; за ред. І. М. Перцева. – Харків : Золоті сторінки, 2016. – 720 с.

15. Safety Assessment of Fatty Acids & Fatty Acid Salts as Used in Cosmetics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cir-safety.org/sites/default/files/Fatty%20Acids%20and%20Fatty%20Acid%20Salts.pdf>

16. Wu Y. Lubricants in Pharmaceutical Solid Dosage Forms / J. Li, Y. Wu // *Lubricants*. – 2014. – No 2. – P. 21-43 doi:10.3390/lubricants2010021

References.

1. Agostoni, C., Moreno, L., & Shamir, R. (2016). Palmitic Acid and Health: Introduction. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(12). <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1017435>

2. Innis, S. M. (2016). Palmitic Acid in Early Human Development. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(12). <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1018045>

3. Umarov, U. A., Kolisnyk, S. V., Altukhov, O. O., Fathullaeva, M., Shabilalov, A. A., & Gazieva, A. S. (2020). The study of fatty acids of *Pimpinella anisum* herb. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*, 18(4(72)), 56-58. <https://doi.org/10.24959/ophcj.20.208401>

4. Carta, G., Murru, E., Banni, S., & Manca, C. (2017). Palmitic acid: Physiological role, metabolism and nutritional implications. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 8, Issue NOV). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00902>

5. Fernandes, L., Ramalhosa, E., Pereira, J., Saraiva, J., & Casal, S. (2018). The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids. *Agriculture*, 8(10), 146. <https://doi.org/10.3390/agriculture8100146>

6. Rabia Nur Un, F. Baris Barlas, Murat Yavuz, Didem Ag Seleci, Muharrem Seleci, Z. Pinar Gumus, Emine Guler, Bilal Demir, Mustafa Can, Hakan Coskunol & Suna Timur (2015) Phyto-Niosomes: In Vitro Assessment of the Novel Nanovesicles Containing Marigold Extract, *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 64:17, 927-937, DOI: 10.1080/00914037.2015.1030663

7. Chitrakar, B., Zhang, M., & Bhandari, B. (2019). Edible flowers with the common name “marigold”: Their therapeutic values and processing. *Trends in Food Science & Technology*, 89, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.008>

8. XU, L. wei, CHEN, J., QI, H. yang, & SHI, Y. ping. (2012). Phytochemicals and Their Biological Activities of Plants in *Tagetes* L. In *Chinese Herbal Medicines* (Vol. 4, Issue 2). <https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-6384.2012.02.004>

9. Kusmiati, Caesarianto, W., Afiati, F., & Hutabarat, R. (2019). Effect lutein of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) on decreasing glucose and malondialdehyde levels in Alloxan-induced blood mice. 070009. <https://doi.org/10.1063/1.5115726>



10. Mir, R. A., Irshad, S., Argal, S., Agarwal, R. M., & Khatoon, S. (2023). Quantitative analysis of polyphenolic compounds in two different cultivars of marigold (*Tagetes erecta* L.) using high-performance thin-layer chromatography. *Frontiers in Horticulture*, 2. <https://doi.org/10.3389/fhort.2023.1120267>
11. Maliuhina, O., & Smoilovska, H. (2018). Vyznachennia Vmistu Zhyrnykh Kyslot U Nasinni Chornobryvtsiv Priamostoiachykh Vysokorosloi Formy Sortu «Havai». «Tendentsii ta Perspektyvy Rozvytku Nauky i Osvity v Umovakh Hlobalizatsii»: Materialy XXXIII Міжнародної Міжнародної Науково-Пракtychno Internet - Konferentsii, 496-499. [in Ukraine]
12. State standard of Ukraine ISO 5509-2002 Animals and vegetable fats and oils. Preparation of fatty acids methyl esters” [“DSTU ISO 5509-2002 Zhyry tvarynni i roslynni ta olii. Pryhotuvannia metylovykh efiriv zhyrnykh kyslot”], available at: http://document.ua/zhiri-tvarinni-i-roslinni-ta-oliyi_-prigotuvannja-metilovih--std9838.html
13. Smoilovska, G. P. (2015). Study for quality and amount of carbonic acids in the leaves of *Urtica dioica* L. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, 3(19), 48-51. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2015.3.52675>
14. Ruban, O. A., Pertsev, I. M., Kutsenko, S. A., & Maslii, Yu. S. (2016). Dopomizhni Rechovyny u Vyrobnystvi Likiv: navch. posib. dlia. studentiv. vyshch. farmats. navch. zakl. (Pertsev, I. M.). *Zoloti Storinky*. 720 p. [in Ukraine]
15. CIR. (2019). Safety Assessment of Fatty Acids & Fatty Acid Salts as Used in Cosmetics. *Cosmetic Ingredient Review*.
16. Li, J., & Wu, Y. (2014). Lubricants in pharmaceutical solid dosage forms. In *Lubricants* (Vol. 2, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/lubricants2010021>

Abstract. *The lipophilic compounds such as fatty acids are an integral part of all plant cells. They have many important functions in human body cell. Modern studies demonstrated that fatty acids are not only an energy source, but also the structural parts of cell membrane. Saturated fatty acids are very perspective as excipients in pharmaceutical manufacturing, e.g., as part of the drug delivery systems.*

Research in recent years has focused on the possibility of using natural lipids as drug carriers, which is connected with their affinity to the cellular structures of the human body, which increases the ability of the drugs to overcome cell membranes and increase the therapeutic effect. Based on this, the possibility of using phytosomes as a more advanced form of plant compounds is considered. One of the promising plants for the creation of modern medicines are marigolds.

Tagetes erecta L. is one of the most widespread and studied species of the genus Tagetes L. in the world. They contain a wide range of biologically active substances: flavonoids, carotenoids, tannins, organic acids, essential oils, vitamins and trace elements, etc. Extracts and individual compounds of marigolds have antimicrobial, wound-healing and anti-inflammatory effects. Tagetes erecta L. includes a large number of varieties that differ in morphological features and composition of biologically active substances. Intraspecific differences in the chemical composition of marigolds have been comprehensively studied. At the same time, less attention was paid to the study of the component composition and content of fatty acids of varieties of the genus Tagetes L.

The aim of the work was studied the qualitative composition and quantitative content of saturated fatty acids in plant material of *Tagetes erecta* L. var. “Inka II Yellow”.

Materials and Methods. Plant material was collected from July to September in Ukraine and dried by an oven at +60°C to air-dry state. The content of unsaturated fatty acids in the raw materials was performed by gas chromatography. The quantitative content of fatty acids was determined by the method of internal normalization. The received data were statistically analyzed.

Results and Discussion. The total content of saturated fatty acids was determined up to 17,016±0,85%. There were identified to 5 saturated fatty acids such as palmitic acid, stearic acid, behenic acid, arachinic acid and myristic acid. The main saturated acids are stearic acid (4,117±0,205%) and palmitic acid (8,775±0,439). Stearic and palmitic acids are the structural components of the cell membrane and play the significant role in different physiological processes. These acids widely used in pharmaceutical and cosmetical manufacturing.

Conclusion. We studied a qualitative composition and quantitative content of saturated fatty acids of inflorescences of *Tagetes erecta* L. var. “Inka II Yellow”. The plant material contains up



to 17,016 ± 0,85% saturated fatty acids such as palmitic acid, stearic acid, behenic acid, arachinic acid and myristic acid. The main saturated acids are stearic acid and palmitic acid.

Key words: *fatty acids, African Marigold, Tagetes L.*

Стаття відправлена: 25.09.2023 р.
© Малюгіна О. О, Смойловська Г. П.