

УДК 615.322:[582.998.16:581.145.1].074:547.915

**STUDY OF THE FATTY ACIDS' COMPOSITION OF INFLORESCENCES
OF TAGETES ERECTA L. VAR. «ALASKA»****ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА СОЦВЕТИЙ TAGETES
ERECTA L. VAR. «ALASKA»****Maliuhina O. O. / Малюгина Е. А.***Ph.D, as. / к. фарм. н., ас.*

ORCID: 0000-0002-4909-4250

Smojlovska G. P. / Смойловская Г. П.*Ph.D., doc. / к. фарм. н., доц.*

ORCID: 0000-0002-6272-2012

Mazulin A. V. / Мазулин А. В.*d. ph. s, prof. / д. фарм. н., проф.*

ORCID: 0000-0003-0628-4457

*Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Maiakovskiyi avenue 36, 69035**Запорожский государственный медицинский университет, Запорожье,**просп. Маяковского 26, 69035*

Аннотация. В работе рассматриваются результаты определения содержания жирных кислот в соцветиях бархатцев прямостоячих сорта «Аляска». Изучение качественного состава и количественного соотношения жирных кислот в растительном сырье изучали методом газовой хроматографии. В составе соцветий *Tagetes erecta L. var. «Alaska»* определено 9 жирных кислот, среди которых преобладают ненасыщенные жирные кислоты (до $75,46 \pm 3,77$ %), преимущественно линолевая, олеиновая и линоленовая. Насыщенных жирных кислот (в количественном отношении) существенно меньше, среди них преобладают стеариновая и пальмитиновая.

Ключевые слова: бархатцы, *Tagetes erecta L.*, жирные кислоты

Бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta L.*) – один из наиболее распространённых и широко культивируемых видов рода *Tagetes L.*, Asteraceae. Экстракты, полученные из соцветий и травы бархатцев, проявляют антиоксидантную, антимикробную, противогрибковую, противоэпилептическую, противодиабетическую, ранозаживляющую и гепатопротекторную активность, используются для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, кожи, ран и ожогов, нарушений менструального цикла и др. [1, 2]. Ксантофиллы бархатцев привлекают внимание как средство профилактики заболеваний органов зрения [3]. В составе растений рода *Tagetes L.* обнаружены более 100 биологически активных веществ, среди которых каротиноиды, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, витамины, эфирное масло, а также жирные кислоты, в том числе в виде эфиров лютеина [1, 4].

Жирные кислоты – алифатические органические кислоты, которые могут находиться в организме как в свободном состоянии, так и в связанном в виде эфиров с многоатомными спиртами. В организме человека жирные кислоты выполняют ряд важных биологических функций – участвуют в синтезе простагландинов и тромбоксанов, формировании органических мембран. Пальмитиновая кислота является предшественником в синтезе насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и посредником в биосинтезе кальцитриола [5-7]. Так называемые незаменимые жирные кислоты (линолевая, линоленовая и др.)

в организме человека не синтезируются и поступают только с пищей [5]. С фармацевтической точки зрения, жирные кислоты являются перспективными для получения лекарственных средств широкого спектра действия [6, 8].

Хотя растительное сырье служит важным источником жирных кислот, в том числе и ненасыщенных, в литературе практически отсутствуют сведения о жирнокислотном профиле бархатцев прямостоячих [8]. Поэтому изучение содержания жирных кислот в растительном сырье бархатцев прямостоячих имеет важное научное и практическое значение.

Целью данной работы является исследование жирнокислотного состава соцветий бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» (*Tagetes erecta* L. var. «Alaska»).

Материалы и методы

В качестве растительного сырья были использованы воздушно-сухие соцветия бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» (*Tagetes erecta* L. var. «Alaska»), заготовленных с культивируемых растений в период активного цветения (июль-сентябрь) 2019 года. Высушивание растительного сырья осуществляли в сушильном шкафу при температуре +60°C [5].

Содержание жирных кислот определяли по методике ГОСТ 304187-96 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава» [9].

Воздушно-сухое растительное сырье измельчали и экстрагировали н-гексаном в соотношении (об/об) 1:2, экстрагент отгоняли. Метилирование жирных кислот осуществляли в соответствии со стандартными методиками при помощи раствора 2 моль/дм³ метилата натрия в метаноле. Сумму метиловых эфиров разводили гексаном непосредственно перед набором в микрошприц.

Качественный состав и количественное соотношение метиловых эфиров жирных кислот определяли при помощи хроматографа «НР» 6890 series 3 пламенно-ионизационным детектором. Для разделения использовали капиллярную колонку, запрограммированную следующим образом: температура термостата колонок 196°C, температура инжектора 250°C, температура печи инжектора 275°C. Газ-носитель – азот, скорость потока газаносителя – 40 мл/мин, объем пробы – 1 мм³. Содержание жирных кислот определяли по площади хроматографических пиков по методике внутренней нормализации. Сумму площадей всех пиков принимали за 100 % [9, 10].

Результаты и обсуждение

В составе исследуемого образца идентифицировано 9 насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (рис. 1, табл. 1).

Согласно полученным результатам (табл. 1, рис. 1), в составе сырья бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» преобладают ненасыщенные жирные кислоты (до 75,46±3,77 %), основными из которых являются линолевая (до 31,25±1,56 %), олеиновая (до 28,49±1,42%) и линоленовая (до 15,56±0,78%), относящиеся к группе полиненасыщенных. Данная группа кислот играют важную роль в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и инсулинорезистентности, имеют гастропротективные свойства. Линолевая и линоленовая кислоты принадлежат к классу омега-кислот (омега-6- и омега-3 соответственно).

Таблица 1

Содержание жирных кислот в соцветиях бархатцев прямостоячих сорта «Аляска», $(\bar{x} \pm \Delta\bar{x})$, n=6, P=95 %

Вещество, которое определяется	Время выхода	Содержание, % от общего количества
Ненасыщенные жирные кислоты		
<i>Мононенасыщенные</i>		
Пальмитолеиновая	C 16:1	8.577
Олеиновая	C 18:1	15.370
<i>Полиненасыщенные</i>		
Линолевая	C 18:2	17.577
Линоленовая	C 18:3	21.085
Всего ненасыщенных жирных кислот:		75,46±3,77
Насыщенные жирные кислоты		
Арахидиновая	C 20:0	19.777
Бегеновая	C 22:0	29.050
Миристиновая	C 14:0	4.527
Пальмитиновая	C 16:0	8.433
Стеариновая	C 18:0	14.545
Всего насыщенных жирных кислот:		24,54±1,23

Авторская разработка

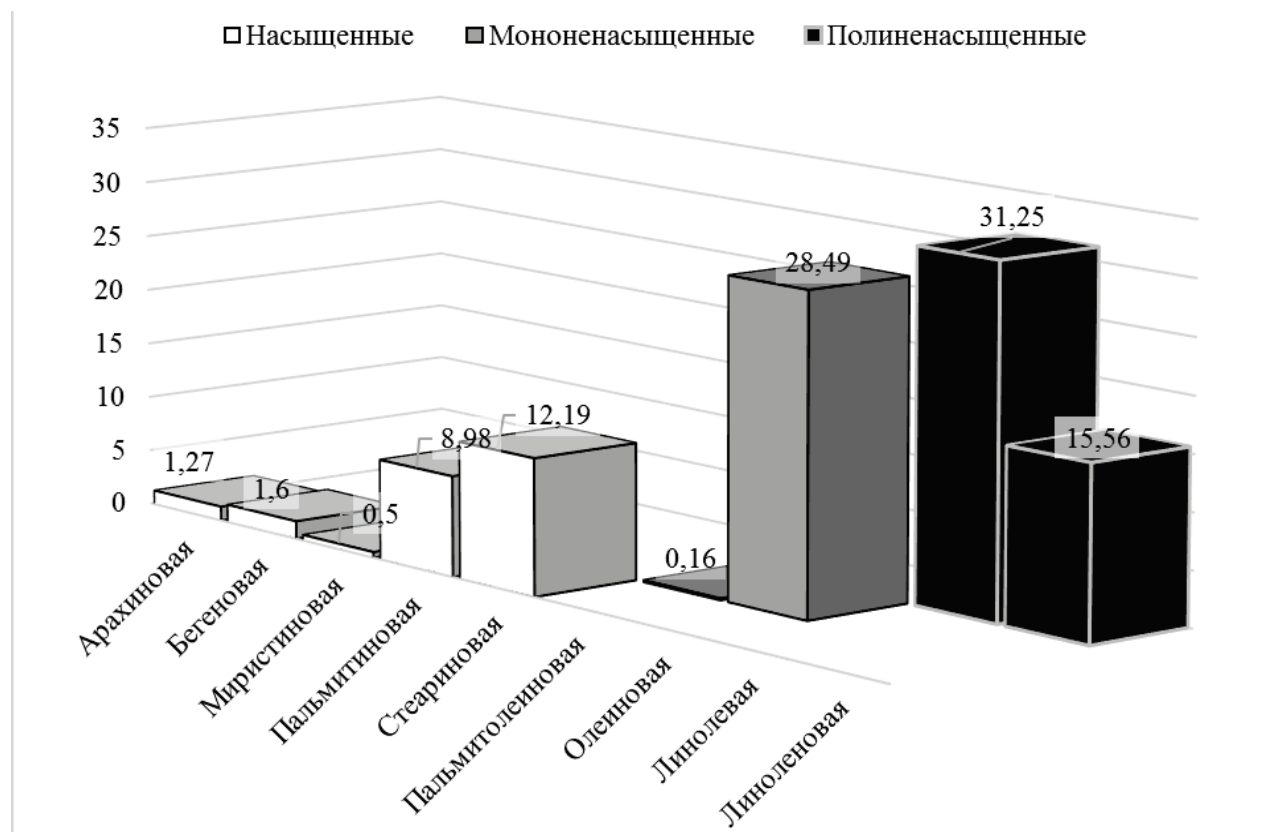


Рис. 1 Содержание жирных кислот в соцветиях бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» (% от общего количества)

Авторская разработка

Линолевая кислота участвует в регуляции обмена холестерина, синтезе простагландина и является важным компонентом клеточных мембран, линоленовая – проявляет иммуномодулирующее и противоопухолевое действие, участвует в функционировании костной ткани [11, 12].

Накопление насыщенных жирных кислот существенно меньше, среди них преобладают стеариновая (до $12,19 \pm 0,61$ %) и пальмитиновая (до $8,98 \pm 0,45$ %) кислоты. Пальмитиновая кислота также поступает в организм человека только с пищей и участвует в синтезе коллагена, эластина и гиалуроновой кислоты [11].

Полученные данные свидетельствуют, что соцветия бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» являются перспективными источниками важных жирных кислот.

Заключение и выводы.

Методом газожидкостной хроматографии было изучено содержание жирных кислот в соцветиях бархатцев прямостоячих сорта «Аляска» (*Tagetes erecta* L. var. «Alaska»).

В исследуемом сырье установлено наличие 9 жирных кислот, среди которых преобладают ненасыщенные кислоты (до $75,46 \pm 3,77$ % от общего количества жирных кислот).

Основными ненасыщенными кислотами исследованного образца являются линолевая (до $31,25 \pm 1,56$ %), олеиновая (до $28,49 \pm 1,42$ %) и линоленовая (до $15,56 \pm 0,78$ %). Среди ненасыщенных жирных кислот преобладают стеариновая (до $12,19 \pm 0,61$ %) и пальмитиновая (до $8,98 \pm 0,45$ %).

Литература:

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

2. Kusmiati, Caesarianto W., Afiati F., Hutabarat R. Effect luein of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) on decreasing glucose and malondialdehyde levels in Alloxan-induced blood mice // *AIP Conference Proceedings*. AIP Conference, 2019. URL: aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5115726 (дата обращения: 25.02.2020).

3. Moliner C, Barros L, Dias M. I., Lopez V., Langa E., Ferreira I.C.F.R., Gomez-Rincon C. Edible Flower of *Tagetes erecta* L. as Functional Ingredients: Phenolic Composition, Antioxidant and Protective Effects on *Caenorhabditis elegans* // *Nutrients*. 2018. №23 (287).

URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6316237 (дата обращения: 25.02.2020)

4. Salehi B, Valussi M, Morais-Braga MFB., Carneiro JNP, Leal ALAB, Coutinho HDM, Vitalini S, Kręgiel D, Antolak H, Sharifi-Rad M, Silva NCC, Yousaf Z, Martorell M, Iriti M, Carradori S, Sharifi-Rad J *Tagetes* spp. Essential Oils and Other Extracts: Chemical Characterization and Biological Activity // *Molecules*. 2018. №23 (287). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30388858> (дата обращения: 25.02.2020)

5. Фармакогнозія : базовий підруч. для студ. вищ. фармац. навч. закл.

(фармац ф-тів) IV рівня акредитації / Кисличенко В. С., Журавель І. О., Марчишин С. М., Мінарченко В. М., Хворост О. П.; под ред. Кисличенко В. С. - Харків: НФаУ : Золоті сторінки, 2015. - 736 с.

6. Михайленко Н. Ф. Поліненасичені жирні кислоти водоростей: властивості та перспективи застосування // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. - 2016. - №53. - С. 176-183.

7. Поздняков А. А., Поздняков А. М., Алабовский В. В. Место и роль жирных кислот в нутритивной составляющей современного поколения адаптированных смесей // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №16 (135). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mesto-i-rol-zhirnyh-kislot-v-nutritivnoy-sostavlyayushey-sovremennogo-pokoleniya-adaptirovannyh-smesey> (дата обращения: 25.02.2020).

8. Fernandes L., Raalhosa E., Pereira J. A., Saraiva J. A., Casal S. The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids // Agriculture. 2018. №8 (146). URL: https://www.researchgate.net/publication/327793888_The_Unexplored_Potential_of_Edible_Flowers_Lipids (дата обращения: 25.02.2020).

9. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава // URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30418-96> (дата обращения: 25.02.2020).

10. ДСТУ ISO 5509-2002 Жири тваринні і рослинні та олії. Приготування метилових ефірів жирних кислот // URL: http://document.ua/zhiri-tvarinni-i-roslinni-ta-oliyi_-prigotuvannja-metilovih--std9838.html (дата обращения: 25.02.2020).

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. Cariello M., De Santis S., Ducheix S., Sabba C., Ntambi J. M., Moschetta A. Role of Oleic Acid in the Gut-Liver Axis: From Diet to the Regulation of Its Synthesis via Stearoyl-CoA Desaturase 1 (SCD1) // Nutrients. 2019. №11 (10). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6835877/> (дата обращения: 25.02.2020).

References.

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

2. Kusmiati, Caesarianto W., Afiati F., Hutabarat R. (2019) "Effect luein of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) on decreasing glucose and malondialdehyde levels in Alloxan-induced blood mice", AIP Conference Proceedings, AIP Conference, available at: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5115726>

3. Moliner C, Barros L, Dias M. I., Lopez V., Langa E., Ferreiea I.C.F.R., Gomez-Rinkon C. (2018), "Edible Flower of *Tagetes erecta* L. as Functional Ingredients: Phenolic Composition, Antioxidant and Protective Effects on *Caenorhabditis elegans*", Nutrients, №23 (287), available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6316237>

4. Salehi B., Valussi M., Morais-Braga M.F.B., Carneiro J.N.P., Leal ALAB, Coutinho HDM, Vitalini S, Kręgiel D, Antolak H1, Sharifi-Rad M, Silva NCC, Yousaf Z, Martorell M, Iriti M, Carradori S, Sharifi-Rad J (2018) "*Tagetes* spp. Essential Oils and Other Extracts: Chemical Characterization and Biological Activity", Molecules, №23 (287). available at:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30388858>

5. Kyslychenko V. S., Zhuravel I. O., Marchyshyn S. M., Minarchenko V. M., Khvorost O. P (2015), "Pharmacognosy : the basic textbook for students of higher educational institutions (pharmaceutical faculties)" [Farmakohnoziia : bazovyi pidruch. dlia stud. vyshch. farmats. navch. zakl. (farmats f-tiv) IV rivnia akredytatsii], NFAU : Zoloti Storinky, Kharkiv, 736 p.

6. Mykhailenko N. F. (2016) "Polyunsaturated fatty acids of water-plants: properties and prospects of application" ["Polinenasycheni zhyrni kysloty vodorostei: vlastyvosti ta perspektyvy zastosuvannia"], Naukovyi chasopys NPU Imeni M. P. Drahomanova. Seryia 5. Pedagogichni nauky: realii ta perspektyvy, № 53, pp. 176-183

7. Pozdnyakov A. A., Pozdnyakov A. M., Alabovsky V.V., "The Role of Fatty Acids in the Nutritional Component of the Current Generation of Adopted Baby Food Formulas" ["Mesto y rol zhyrnykh kyslot v nutrytyvnoi sostavliaiushchei sovremennoho pokoleniya adaptirovannykh smesei"], Belgorod State University Scientific Bulletin. Medicine. Pharmacy, Vol. 19 №16 (135), available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mesto-i-rol-zhirnyh-kislot-v-nutritivnoy-sostavlyayushey-sovremennogo-pokoleniya-adaptirovannyh-smesey>

8. Fernandes L., Raalhosa E., Pereira J. A., Saraiva J. A., Casal S. (2018) "The Unexplored Potential of Edible Flowers Lipids", Agriculture, №8 (146). available at: https://www.researchgate.net/publication/327793888_The_Unexplored_Potential_of_Edible_Flowers_Lipids

9. "State Standard 30418-96 Vegetable oils. The method for determination of fatty acids compositions." ["HOST 30418-96 Masla rastytelnye. Metod opredeleniya zhyrnokyslotnoho sostava"], available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30418-96>.

10. "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

11. Smoilovska G. P. (2015) "Study of quality and amount of carbonic acids in the leaves of *Urtica dioica* L." ["Doslidzhennia yakisnoho skladu ta kilkisnoho vmistu karbonovykh kyslot u lysti *Urtica dioica* L."], Current issues in pharmacy and medicine: science and practice, №3 (19), pp. 48-51

12. Cariello M., De Santis S., Ducheix S., Sabba C., Ntambi J. M., Moschetta A. (2019) "Role of Oleic Acid in the Gut-Liver Axis: From Diet to the Regulation of Its Synthesis via Stearoyl-CoA Desaturase 1 (SCD1)", Nutrients, №11 (10). available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6835877>

Abstract. *Marigolds (Tagetes erecta L.) is one of the most common and widely cultivated species of the genus Tagetes L. of family Asteraceae. Plants of the genus Tagetes L. are known for a wide range of biological activity and the content of various classes of biologically active substances. Marigold contains more than 100 biologically active substances: carotenoids, flavonoids, hydroxycinnamic acids, essential oils, vitamins, and fatty acids.*

Fatty acids in the human body perform a number of important functions. They participate in the synthesis of prostaglandins and thromboxanes, the formation of biological membranes, and the metabolism of vitamins. So fatty acids are promising for obtaining a wide range of medicine.

There is almost no information about the fatty acid profile of Tagetes erecta L. in the literature. Therefore, the study of the content of fatty acids in the plant raw materials of Tagetes erecta L. is important scientific and practical value.

The aim of this work is to study the fatty acid composition of Tagetes erecta L. var. "Alaska".

Materials and methods. Air-dried inflorescences of *Tagetes erecta* L. var. "Alaska" harvested from cultivated plants during the period of active flowering (July-September) 2019. The content of fatty acids was determined by the method of gas chromatography using areas of chromatographic peaks according to the method of internal normalization. The amount of the area of all peaks was taken for 100%.

Results and discussion. In sample identified 9 saturated and unsaturated fatty acids, of which unsaturated fatty acids predominate (up to 75.46 ± 3.77 %). The main fatty acids of the sample are unsaturated linoleic (up to 31.25 ± 1.56 %), oleic (up to 28.49 ± 1.42 %) and linolenic (up to 15.56 ± 0.78 %). The accumulation of saturated fatty acids was significantly less with the predominance of stearin (up to 12.19 ± 0.61 %) and palmitine (up to 8.98 ± 0.45 %) acids. The findings suggest that inflorescences of *Tagetes erecta* L. var. «Alaska» are promising sources of fatty acids.

Conclusions. The method of gas-liquid chromatography studied the content of fatty acids in the inflorescences of *Tagetes erecta* L. var. "Alaska."

In researched raw materials revealed the presence of 9 fatty acids, among which are dominated by unsaturated acids (up to 75.46 ± 3.77 % of the total amount of fatty acids).

The main unsaturated acids of the studied sample are linoleic (up to 31.25 ± 1.56 %), oleic (up to 28.49 ± 1.42 %) and linolenic (up to 15.56 ± 0.78 %).

Stearic (up to 12.19 ± 0.61 %) and palmitic (up to 8.98 ± 0.45 %) are prevailed among unsaturated fatty acids.

Key words: marigolds, *Tagetes erecta* L, fatty acids

Статья отправлена: 28.02.2020 г.

© Малюгина Е. А., Смойловска Г. П., Мазулин А. В.