



УДК 615.322:582.683.2].074:543.635.3

DOI <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2022.1.12772>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИРНИХ КИСЛОТ *CAMELINA SATIVA* (L.) CRANTZ

Т. О. Лісова, С. Д. Тржецинський

Запорізький державний медичний університет
tetyanatsykalo@ukr.net

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:
12.01.2022

Після доопрацювання / Revised:
28.01.2022

Прийнято до друку / Accepted:
01.02.2022

Ключові слова:

Camelina sativa (L.) Crantz;
трава;
насіння;
жирні кислоти;
ГХ-МС.

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Встановлення якісного складу та визначення кількісного вмісту жирних кислот рижію посівного сорту «Славутич».

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження – рижію посівного трава та насіння. Сировина вирощена та заготовлена на території Запорізької області влітку 2018 р. Дослідження хімічного складу рижію посівного проводили методом ГХ-МС за допомогою газового хроматографа Agilent 7890B GC System з мас-спектрометричним детектором Agilent 5977 BGC/MSD та хроматографічною колонкою DB-5ms.

Результати й обговорення. Методом ГХ-МС виявлено 11 жирних кислот у сировині рижію посівного, а саме у траві – 5, у насінні – 11. Загальна кількість жирних кислот у траві *Camelina sativa* (L.) Crantz становить 2,04 %, а в насінні – 40,32 %. Кількість ненасичених жирних кислот (35,20 %) у траві становить майже третину від загального вмісту, де переважає α -ліноленова кислота (24,86 %). При цьому кількість ненасичених жирних кислот насіння (86,94 %) значно перевищує кількість насичених кислот із домінуванням α -ліноленової (161,03 мг/г, 39,95 % від загального вмісту ідентифікованих жирних кислот), паулінової (81,20 мг/г, 20,15 %) та лінолевої кислот (73,30 мг/г, 18,19 %).

Висновки. На основі проведеного фітохімічного дослідження ідентифіковано та встановлено кількісний вміст жирних кислот трави та насіння рижію посівного сорту «Славутич». Отримані результати дають змогу рекомендувати насіння рижію посівного як рослинне джерело поліненасичених жирних кислот з метою створення на його основі ефективних вітчизняних препаратів.

Вступ. Останнім часом лікарські засоби на рослинній основі набувають популярності для лікування та профілактики багатьох захворювань. За даними джерел літератури, важливу роль у життєдіяльності організму відіграють жирні кислоти. Поліненасичені жирні кислоти здатні знижувати рівень ліпопротеїдів низької густини та холестерину в крові. Це знижує ризик виникнення атеросклеротичних бляшок та гальмує розвиток атеросклерозу, що має важливу фармакологічну цінність. Також ненасичені жирні кислоти є структурними елементами фосфоліпідів, ліпопротеїдів клітинних мембран; входять до складу спо-

лучних тканин, нервових волокон, беруть участь в обміні вітамінів групи В. До того ж, жирні кислоти стимулюють захисні механізми організму за рахунок підвищення стійкості до інфекційних захворювань та впливу радіації [1, 2]. Особливий інтерес становить α -ліноленова кислота. Відомо, що омега-3 поліненасичені жирні кислоти збільшують плинність клітинних мембран, сприяють підвищенню кількості рецепторів до інсуліну та підвищують спорідненість інсуліну до цих рецепторів, збільшують кількість транспортерів глюкози [3–5]. Тому пошук нових рослинних джерел поліненасичених жирних кислот є актуальним зав-

данням сучасної фармацевтичної науки з метою створення ефективних вітчизняних лікарських засобів і дієтичних добавок на їх основі.

Наше дослідження зосереджено на вивченні рижію посівного (*Camelina sativa* (L.) Crantz), який є давньою олійною культурою. Рижій посівний являє собою однорічну ярову рослину класу дводольних, роду Рижій, родини капустяні. Рослина у висоту може досягати 80 см. Листя видовжено-ланцетне зі стрілоподібною основою. Суцвіття китиця. Плід – стручков, насіння дрібне, рудого кольору [6]. Поширений як бур'ян на полях і засмічених місцях. Росте майже по всій території України. Також культивується в Лісостеповій та Степовій зонах України [7]. Насіння рижію широко застосовують як високопродуктивну культуру для авіаційного палива [8, 9]. Встановлено гіпоглікемічну, гіполіпідемічну активність густого екстракту з трави та гіпоглікемічну активність олійного екстракту з насіння рижію посівного [10].

Мета роботи: встановлення якісного складу та визначення кількісного вмісту жирних кислот рижію посівного.

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження були трава та насіння рижію посівного сорту «Славутич», зібрані влітку 2018 року на території Запорізької області. Зразки насіння для вирощування були надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України).

З метою одержання метилових естерів жирних кислот рослинну сировину подрібнювали до порошкоподібного стану в скляній ступці. Наважку сировини 500 мг поміщали в скляну в'ялу та додавали реак-

ційну суміш із метанолу:толуолу:сульфатної кислоти (44:20:2) 3,3 мл на пробу та розчин внутрішнього стандарту в гексані 1,7 мл. Досліджувану пробу витримували за температури 80 °С впродовж 2 годин, охолоджували до кімнатної температури, центрифугували 10 хв при 5000 об/хв. Відбирали 0,5 мл верхньої гексанової фази, яка містить метилові ефіри жирних кислот.

Вивчення вмісту жирнокислотного складу проводили хромато-мас-спектрометричним методом [11] на газовому хроматографі Agilent Technologies 7890В з мас-спектрометричним детектором 5977В.

Умови хроматографування: капілярна колонка DB-5ms з довжиною 30 м × 250 мкм × 0,25 мкм, газ-носії – гелій; швидкість газу-носія – 1,0 мл/хв; об'єм проби – 0,5 мкл; поділ потоку – 1:5; температура блоку введення проб – 250 °С; температура нагрівача введення проби – 250 °С; температура термостату програмувалася від 50 до 320 °С зі швидкістю 4 град/хв. Тип іонізації: електронний удар при енергії електронів 70 еВ. Діапазон масових чисел, що був сканований: 30–700 m/z. Ідентифікацію компонентного складу проводили шляхом порівняння з бібліотекою мас-спектрів у поєднанні з програмою NIST14. Відсотковий вміст жирних кислот розраховували від їх загальної суми. Як внутрішній стандарт використовували розчин кислоти деканової.

Результати й обговорення. За результати ГХ-МС дослідження визначено жирнокислотний склад рижію посівного, ідентифіковано та досліджено кількісний вміст 11 жирних кислот. Результати досліджень рижію посівного наведено на рисунках 1, 2 та в таблиці.

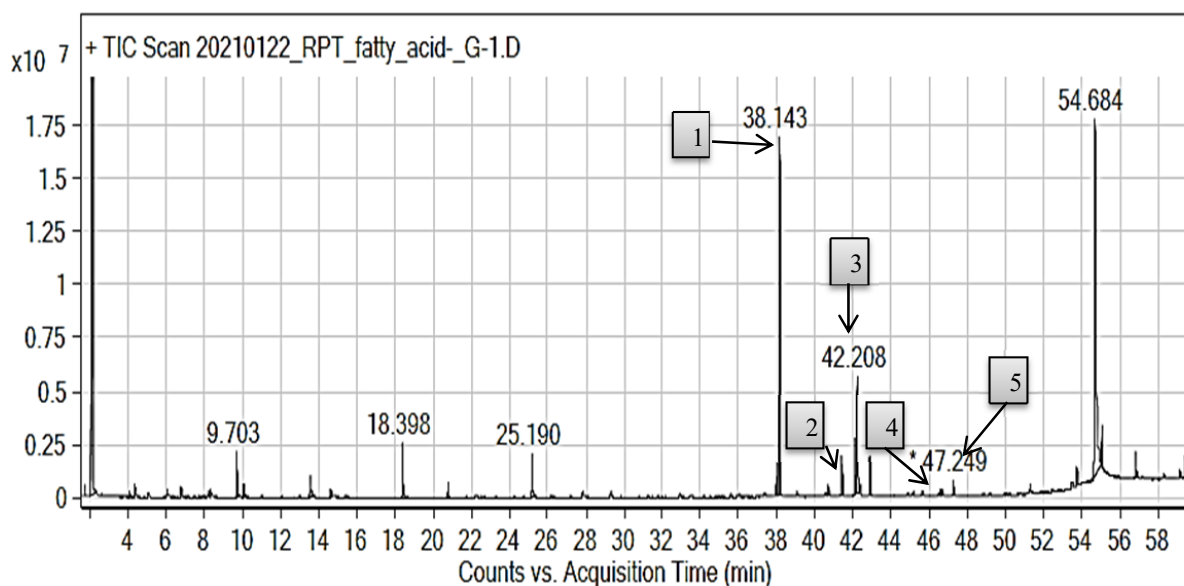


Рис. 1. ГХ-хроматограма жирних кислот у рижію посівного траві (1 – пальмітинова, 2 – лінолева, 3 – ліноленова, 4 – паулінова, 5 – арахінова).

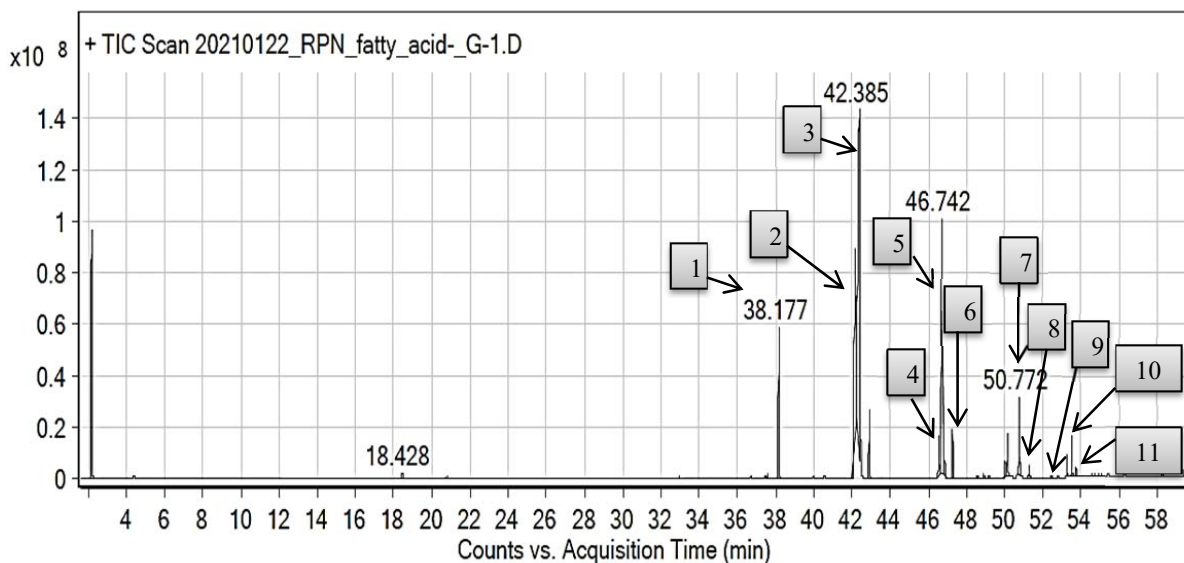


Рис. 2. ГХ-хроматограма жирних кислот у рижію посівного насінні (1 – пальмітинова, 2 – лінолева, 3 – ліноленова, 4 – цис-11,14-ейкозадієнова, 5 – паулінова, 6 – арахінова, 7 – ерукова, 8 – бегенова, 9 – трикозилова, 10 – нервонова, 11 – лігноцеринова).

Таблиця

Якісний склад та кількісний вміст жирних кислот у сировині рижію посівного сорту «Славутич»

| Кислота | Вміст, мг/г | |
|---|-------------|---------|
| | трава | насіння |
| Насичені | | |
| ейкозанова (арахінова) | 0,61 | 10,82 |
| докозанова (бегенова) | – | 2,51 |
| гексадеканова (пальмітинова) | 12,63 | 37,89 |
| тетракозанова (лігноцеринова) | – | 1,43 |
| Ненасичені | | |
| цис-13-ейкозенова (паулінова) | 0,18 | 81,20 |
| цис-11,14-ейкозадієнова | – | 9,02 |
| 9,12-октадекадієнова (лінолева) | 1,93 | 73,30 |
| 9,12,15-октадекатрієнова (α-ліноленова) | 5,08 | 161,03 |
| 13-докозенова (ерукова) | – | 19,72 |
| 22-трикозенова (трикозилова) | – | 0,47 |
| цис-15-тетракозенова (нервонова) | – | 5,67 |
| Загальний вміст жирних кислот | 20,43 | 403,06 |
| Загальний вміст насичених жирних кислот | 13,24 | 52,65 |
| Загальний вміст ненасичених жирних кислот | 7,19 | 350,41 |

Так, у рижію посівного траві міститься 2,04 % суми жирних кислот, ідентифіковано 5 жирних кислот (з яких 2 насичені та 3 ненасичені). Вміст насичених жирних кислот у рижію посівного траві складає

64,80 %, а ненасичених – 35,20 %. Визначено, що найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот займають α-ліноленова (24,86 %, 5,08 мг/г від загального вмісту всіх ідентифікованих кислот) та лінолева

(9,47 %, 1,93 мг/г) кислоти. Серед насичених жирних кислот кількісно переважає пальмітинова кислота (61,82 %, 12,63 мг/г) (рис. 3).

У рижію посівного насінні виявлено 11 жирних кислот (4 насичені та 7 ненасичені), сумарний вміст яких у сировині складає 40,31 %. Вміст насичених жирних кислот у рижію посівного насінні складає 13,06 %, а ненасичених – 86,94 %. Визначено, що найбільший вміст серед ненасичених жирних кислот займають α -ліноленова (39,95 %, 161,03 мг/г від загального вмісту всіх ідентифікованих кислот), ейкозенова

(20,15 %, 81,20 мг/г) та лінолева (18,19 %, 73,30 мг/г) кислоти. Серед жирних кислот кількісно переважає з насичених також пальмітинова кислота, вміст якої становив 37,89 мг/г (9,40 % від загального вмісту всіх ідентифікованих кислот) (рис. 4).

Спільними жирними кислотами для трави та насіння рижію посівного є α -ліноленова, лінолева, паулінова, пальмітинова та арахінова кислоти, які можуть бути маркерами для рослин цього роду.

Отримані нами дані збігаються з результатами подібних досліджень авторів Moser V. R., Kris S.,

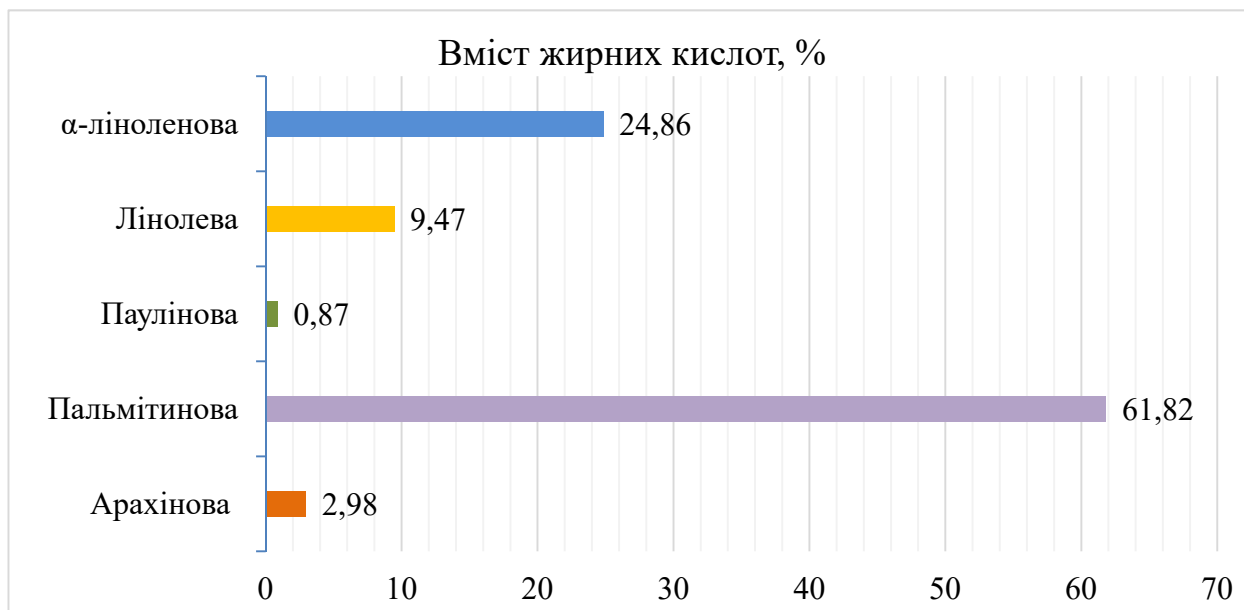


Рис. 3. Діаграма кількісного вмісту жирних кислот у рижію посівного трави.

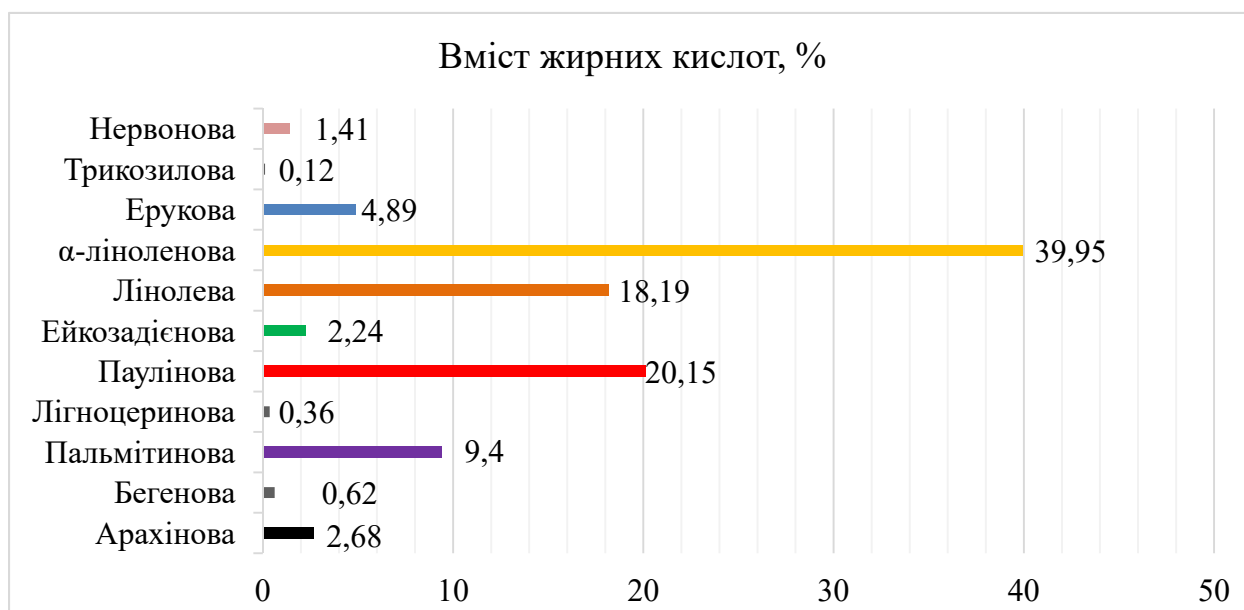


Рис. 4. Діаграма кількісного вмісту жирних кислот у рижію посівного насінні.

Stuebiger G., Bail S., Unterweger H., Rodríguez-Rodríguez M. F. [12–14] щодо вивчення жирнокислотного складу насіння ріжю посівного, які встановили, що превалювали такі жирні кислоти, як ліноленова, лінолева, олеїнова. Нам не вдалося ідентифікувати олеїнову кислоту в насінні ріжю посівного. Стосовно вмісту ерукової кислоти в олії, то дані, які ми отримали щодо її вмісту в олії ріжю посівного, збігаються з даними автора Zubr J. [15]. Ерукову кислоту вважають токсичною для людини, оскільки спричиняє стеатоз внутрішніх органів та пошкоджує міокард, тому її вміст є визначальним для використання олії в харчуванні людини. Він не повинен перевищувати 5 % [16]. Вміст ерукової кислоти у ріжю посівного насінні – 4,89 %.

У доступних джерелах літератури нам не вдалося знайти достовірні дані щодо вмісту жирних кислот трави ріжю посівного.

Висновки. 1. У даному дослідженні методом газової хроматографії визначено якісний склад та кількіс-

ний вміст жирних кислот сировини ріжю посівного сорту «Славутич», вирощеного на території Запорізької області.

2. У результаті проведених досліджень у траві ріжю посівного ідентифіковано та визначено вміст 5, а в насінні – 11 жирних кислот.

3. Сума ненасичених жирних кислот (35,20 %) у траві ріжю посівного складає практично третину від загального вмісту з домінуванням α -ліноленової кислоти (24,86 %). Сума ненасичених жирних кислот у насінні ріжю посівного значно перевищує суму насичених кислот (86,94 %) із домінуванням також α -ліноленової кислоти (39,95 %).

4. Результати дають змогу рекомендувати насіння ріжю посівного як рослинне джерело поліненасичених жирних кислот для створення ефективних вітчизняних лікарських засобів на його основі.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

THE INVESTIGATION OF FATTY ACIDS OF *CAMELINA SATIVA* (L.) CRANTZ

T. O. Lisova, S. D. Trzhetsynskyi

Zaporizhzhia State Medical University
tetyanatsykal@ukr.net

The aim of the work. To establish a qualitative and to determine the quantitative content of fatty acids of *Camelina sativa* (L.) Crantz variety Slavutyich.

Materials and Methods. Herb and seeds of the *Camelina sativa* (L.) Crantz were selected as the object of the study. Raw material was grown and harvested in the territory of Zaporizhzhia region in the summer of 2018.

The study of the chemical composition of *Camelina sativa* (L.) Crantz was carried out using gas chromatograph Agilent 7890B GC System with mass spectrometric detector Agilent 5977 BGC/MSD and chromatographic column DB-5ms.

Results and Discussion. Eleven fatty acids were identified of raw material of *Camelina sativa*: in herb – five, in seeds – eleven. The total amount of fatty acids in *Camelina sativa* (L.) Crantz herb is 2.04 %, and in seeds – 40.32 %. The amount of unsaturated fatty acids (35.20 %) in *Camelina sativa* (L.) Crantz herb is almost a third of the total content dominated by α -linolenic acid (24.86 %). At the same time, the amount of unsaturated fatty acids of *C. sativa* seeds (86.94 %) significantly exceeds the amount of saturated acids with the dominance of α -linolenic (161.03 mg/g, 39.95 % of the total content of all identified fatty acids), pautinic (81.20 mg/g, 20.15 %) and linoleic (73.30 mg/g, 18.19 %) acids.

Conclusions. On the basis of the conducted phytochemical research, the quantitative content of fatty acids of herb and seeds of the *Camelina sativa* (L.) Crantz variety Slavutyich was identified and established. The obtained results allow recommending *Camelina sativa* (L.) Crantz seeds as a plant source of polyunsaturated fatty acids in order to create effective domestic drugs based on it.

Key words: *Camelina sativa* (L.) Crantz; herb; seeds; fatty acids; GC-MS.

Список бібліографічних посилань

1. The cardiovascular effects of flaxseed and its omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid / D. Rodriguez-Leyva, C. M. C. Bassett, R. McCullough, G. N. Pierce. *Canad. J. Cardiol.* 2010. Vol. 26, No. 9. P. 489–496. URL: [https://doi:10.1016/s0828-282x\(10\)70455-4](https://doi:10.1016/s0828-282x(10)70455-4)
2. *Camelina neglecta* (Brassicaceae, Camelinae), a new diploid species from Europe. J. R. Brock, T. Man-
daková, M. A. Lysak, I. A. Al-Shehbaz. *PhytoKeys.* 2019. Vol. 115. P. 51–57.
3. Жири у виробництві харчової продукції: монографія / Л. З. Шильман та ін. ; під заг. ред. Л. З. Шильмана. Суми : Університетська книга, 2016. 278 с.
4. Іжевська О. П. Дослідження ліпідів шроту насіння льону та перспектива використання його у м'ясних

- стравах. *Наук. вісник ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького. Сер: Харчові технології*. 2019. Т. 21, № 91. С. 9–13.
5. Москаленко А. М., Попова Н. В. Дослідження складу жирних кислот безсмертника приквіткового (*Helichrysum bracteatum*). *Укр. біофарм. журн.* 2018. № 4 (57). С. 64–68.
 6. Цикало Т. О., Тржецинський С. Д. Макро- та мікроскопічне вивчення *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Фармац. часопис*. 2019. № 1. С. 33–39.
 7. Рижій, сафлор, кунжут. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) / І. А. Шевченко, О. І. Поляков, К. В. Ведмедєва, І. Б. Комарова. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 40 с.
 8. Рожкован В., Комарова І. Ранній посів рижю та його швидке дозрівання дають змогу вирощувати на одному полі впродовж року дві культури. *Зерно і хліб*. 2013. № 4 (72). С. 53–55.
 9. Russo R., Reggiani R. Antinutritive compounds in twelve *Camelina sativa* genotypes. *Amer. J. Plant Sci.* 2012. Vol. 3. P. 1408–1412.
 10. Tsykalo T. O., Trzhetsynskyi S. D. The study of hypoglycemic and hypolipidemic activity of *Camelina sativa* (L.) Crantz extracts in rats under conditions of high-fructose diet. *Česka a slovenska Farmacie*. 2020. Vol. 69, P. 137–142.
 11. GS/MS analysis of fatty acids in flowers and leaves of *Chrysanthemum×hortorum* Bailey Belgo and Pectoral variants / S. Marchyshyn, O. Polonets, O. Zarichanska, M. Garnyk. *Pharma Innovat. J.* 2017. Vol. 6, No. 11. P. 463–466.
 12. Moser B. R. *Camelina* (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? *Lipid Technology*. 2010. Vol. 22, No. 12. P. 270–273.
 13. Analysis of volatile compounds and triacylglycerol composition of fatty seed oil gained from flax and false flax. S. Kris, G. Stuebiger, S. Bail, H. Unterweger. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2006. Vol. 108, No. 1. P. 48–60.
 14. Rodríguez-Rodríguez M. F. Characterization of the morphological changes and fatty acid profile of developing *Camelina sativa* seeds. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 50. P. 673–679. URL: <https://doi:10.1016/j.indcrop.2013.07.042>.
 15. Zubr J. Dietary fatty acids and amino acids of *Camelina Sativa* seed. *J. Food Quality*. 2003. Vol. 26, No. 6. P. 451–462. URL: <https://doi:10.1111/j.1745-4557.2003.tb00260.x>.
 16. Abramovic H., Abram V. Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Food Technol. Biotechnol.* 2005. No. 43. P. 63–70.

References

1. Rodriguez-Leyva D, Bassett CMC, McCullough R, Pierce GN. The cardiovascular effects of flaxseed and its omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid. *Canad J Cardiol.* 2010;26(9): 489-96. DOI: 10.1016/s0828-282x(10)70455-4
2. Brock JR, Mandáková T, Lysak MA, Al-Shehbaz IA. *Camelina neglecta* (Brassicaceae, Camelinaeae), a new diploid species from Europe. *PhytoKeys*. 2019;115: 51-7.
3. Shilman LZ. Fats in food production [Жири у виробництві харчової продукції] Sumy: Univers knyha. 2016. Ukrainian.
4. Izhevskaya OP. Investigation of lipids of flax seed meal and the prospect of using it in meat. *Nauk. visn. LNU-VMB imeni S.Z. Gzhytskogo. Ser. Kharchovi Tekhnologii.* 2019;21(91): 9-13. DOI: 10.32718/nvvet-f9102. Ukrainian.
5. Moskalenko A, Popova N. [Study of immortelle (*Helichrysum bracteatum*) fatty acids]. *Ukr biofarm zhurnal.* 2018;4(57): 64-8. Ukrainian.
6. Tsykalo TO, Trzhetsynskyi SD. Macro- and microscopic studies of *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Farm chasop.* 2019;(1): 33-9. Ukrainian.
7. Shevchenko IA, Poliakov OI, Vedmedieva KV, Komarova IB. (2017). Strategy of production of oilseeds in Ukraine (rare crops). [Рижій, сафлор, кунжут. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури)] Zaporizhzhia: Instytut oliinykh kultur Natsionalnoi akademii aharnykh nauk Ukrainy, STATUS [in Ukrainian].
8. Rozhkovan V, Komarova I. Early sowing of ryegrass and its rapid ripening make it possible to grow two crops in one field during the year. *Grain and bread.* 2013;4(72): 53-5.
9. Russo R, Reggiani R. Antinutritive compounds in twelve *Camelina sativa* genotypes. *Amer J Plant Sci.* 2012;3: 1408-12.
10. Tsykalo TO, Trzhetsynskyi SD. The study of hypoglycemic and hypolipidemic activity of *Camelina sativa* (L.) Crantz extracts in rats under conditions of high-fructose diet. *Česka a slovenska Farmacie.* 2020;69: 137-42.
11. Marchyshyn S, Polonets O, Zarichanska O, Garnyk M. GS/MS analysis of fatty acids in flowers and leaves of *Chrysanthemum×hortorum* Bailey Belgo and Pectoral variants. *Pharma Innovat J.* 2017;6(11): 463-6.
12. Moser BR. *Camelina* (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? *Lipid Technology.* 2010;22(12): 270-3.
13. Kris S, Stuebiger G, Bail S, Unterweger H. Analysis of volatile compounds and triacylglycerol composition of fatty seed oil gained from flax and false flax. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2006;108(1): 48-60.
14. Rodríguez-Rodríguez MF. Characterization of the morphological changes and fatty acid profile of developing *Camelina sativa* seeds. *Industrial Crops and Products.* 2013;50: 673-9. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.07.042
15. Zubr J. Dietary fatty acids and amino acids of *Camelina Sativa* seed. *J. Food Quality.* 2003;26(6): 451-62. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2003.tb00260.x.
16. Abramovic H, Abram V. Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Food Technol Biotechnol.* 2005;43: 63-70.

Відомості про авторів

Лісова Т. О. – д. філос., асистент кафедри фармакогнозії, фармакології та ботаніки, Запорізький державний медичний університет, Запоріжжя, Україна. E-mail: tetyanatsykalo@ukr.net, ORCID 0000-0001-6976-8630

Тржецинський С. Д. – д. біол. н., професор, завідувач кафедри фармакогнозії, фармакології та ботаніки, Запорізький державний медичний університет, Запоріжжя, Україна. E-mail: sersh_dm@ukr.net, ORCID 0000-0002-5219-3313

Information about the authors

Lisova T. O. – PhD (Pharmacy), Assistant, Department of Pharmacognosy, Pharmacology and Botany, Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine. E-mail: tetyanatsykalo@ukr.net, ORCID 0000-0001-6976-8630

Trzhetsynskiy S. D. – DSc (Biology), Professor, Chief of the Department of Pharmacognosy, Pharmacology and Botany, Zaporizhzhia State Medical University, Zaporizhzhia, Ukraine. E-mail: sersh_dm@ukr.net, ORCID 0000-0002-5219-3313