

*It was determined the content of indicators of the chemical composition of greens and proved that the types of substrate did not have a negative effect on the change in the chemical composition of vegetable plants. Thus, the highest content of dry matter was observed in leaf lettuce when using mineral wool and amounted to 9.3 %, respectively, on the coconut substrate, the indicator of the content of dry matter was the lowest – 5.4 %. Growing microgreen radish on mineral wool accounted for 10.2 % of dry matter, respectively, on coconut substrate – 8.4 %. The dry matter content of microgreen mustard was the highest when using the coconut substrate and amounted to 9.5 %, the lowest on mineral wool – 8.9 %. The most significant difference in the content of green pigments was found in mustard on mineral wool and radish on coconut substrate, which was 19.68 mg/g and 18.85 mg/g, respectively.*

**Key words:** *substrate, microgreens, lettuce, radish, mustard, productivity and quality.*

УДК: 665.127-047.44:631.526.3:633.368

DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-233-240

## **ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ В ОЛІЇ РІЗНИХ КУЛЬТУР І ЇЇ ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ**

**В. В. ЛЮБИЧ**, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

**В. І. ВОЙТОВСЬКА**, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

*У статті представлено результати вивчення вмісту жирних кислот і харчової цінності олії гірчиці сизої, конопель посівних, сафлору олеїнового та лінолевого типу. Основною жирною кислотою в гірчичній олії була ерукова, конопляній та сафлоровій лінолевого типу – ліолева, а в сафлоровій олеїнового типу – олеїнова жирна кислота. Розраховано, що гірчична та сафлорова олія олеїнового типу повністю забезпечували добову потребу організму людини МНЖК і ПНЖК. Конопляна та сафлорова олія лінолевого типу забезпечували добову потребу ПНЖК у 7,0–7,5 раза.*

**Ключові слова:** *олія, жирні кислоти, гірчиця сиза, коноплі посівні, сафлор красильний, інтегральний скор.*

**Вступ.** Насіння олійних культур відіграє важливу роль у харчуванні людини. Насіння є джерелом жиру та жиророзчинних вітамінів, білків, харчових волокон, мінеральних елементів [1, 2]. Нині популярність олієвмісного насіння зростає. Воно використовуються як функціональні інгредієнти для хлібобулочних і кондитерських виробів, продуктів на основі молока, салатів тощо [3, 4]. Вони використовуються завдяки добрим сенсорним якостям і високому вмісту жиру, в яких переважають поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК). Склад жирної кислоти у насінні може значно впливати на фізико-хімічні та біологічні

властивості готових виробів [5, 6]. Особливу увагу слід приділяти насінню, що містить значну кількість  $\alpha$ -ліноленої кислоти [7, 8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У дослідженні [9] вміст лінолевої кислоти в конопляній олії був найвищим і становив 56,2 %, вміст ліноленої кислоти – 17,3, вміст олеїнової кислоти – 11,3, а вміст пальмітинової – 6,3 %. Вміст решти жирних кислот був значно меншим. В сафлоровій олії вміст лінолевої кислоти був також найвищим – 55,1 %, вміст олеїнової кислоти – 24,4, а вміст пальмітинової кислоти – 8,6 %.

Види роду *Brassica* використовуються як олійні, овочеві та кормові культури. Основна цінність їх насіння – високий вміст олії, який може змінюватись від 17 до 50 % [10]. В олії хрестоцвітих культур ідентифіковано сім основних жирних кислот – пальмітинову, стеаринову, олеїнову, лінолеву, ліноленову, ейкозанову та ерукову [11].

Вміст і частка жирних кислот може значно змінюватись залежно від абіотичних і біотичних чинників [12]. Інші автори [13, 14] також відзначають, що умови вирощування та сорт мають значний вплив на формування вмісту олії в насінні.

Отже, насіння має різний біохімічний склад, особливо за вмістом жирних кислот. Вміст яких значно змінюється від низки чинників. Незважаючи на великий інтерес до олієвмісного насіння як функціональних інгредієнтів, у науковій літературі недостатньо вивчено жирнокислотний склад і харчову цінність рослинної олії. Це дослідження має на меті визначити вміст жирних кислот в олії різних культур та оцінити її харчову цінність.

**Мета статті** – визначити вміст жирних кислот в олії гірчиці сизої, конопель посівних, сафлору олеїнового і лінолевого типу та їх харчову цінність.

**Методика досліджень.** Експериментальну частину роботи щодо вирощування олійних культур виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків. У досліді після пшениці озимої вирощували гірчицю сизу, коноплі посівні та сафлор красильний. Технологічне оцінювання проводили у навчально-науковій лабораторії Уманського НУС «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» упродовж 2020–2021 р.

Вміст жирних кислот визначали методом рідинної хроматографії на аналізаторі Хромос-301, а інтегральний скор – за такою формулою:

$$I = \frac{\Phi}{D} \times 100,$$

де I – інтегральний скор, %;

$\Phi$  – фактичний вміст складника, мг/100 г;

D – добова потреба складника організмом здорової людини, мг.

Індекс атерогенності (ІА) за формулою:

$$IA = \frac{C_{12:0} + (4 \times C_{14:0}) + C_{16:0}}{МНЖК + ПНЖК}$$

Індекс тромбогенності (ІТ)

$$IT = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{0,5 \times МНЖК + 0,5 \times n - 6 ПНЖК + 3 \times n - 3 ПНЖК + n - 3 ПНЖК / n - 6 ПНЖК}$$

Відношення гіпохолестерильних / гіперхолестерильних жирних кислот (Н/Н):

$$H/H = \frac{C_{18:1} + C_{18:2n-6} + C_{18:3n-3}}{C_{12:0} + C_{14:0} + C_{16:0}}$$

Індекс поліпшення здоров'я (НПІ)

$$HPI = \frac{MНЖК + ПНЖК}{C_{12:0} + (4 \times C_{14:0}) + C_{16:0}}$$

Індекс ненасиченості олії (UI)

$$UI = C_{n:1} + 2 \times C_{n:2} + 3 \times C_{n:3} + 4 \times C_{n:4} + 5 \times C_{n:5} + 6 \times C_{n:6}$$

Відношення лінолевої до ліноленової жирної кислоти (LA\ALA)

$$LA\ALA = \frac{C_{18:2n-6}}{C_{18:3n-3}}$$

Вважали, що добова потреба організму людини у жирах становить 100 г. Оптимальне відношення насичених жирних кислот (НЖК), мононенасичених жирних кислот (МНЖК) і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) становить 30 : 60 : 10.

Статистичну обробку даних проводили дисперсійним аналізом. Дисперсійним аналізом підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли  $p < 0.05$  «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

**Результати досліджень.** В олії досліджених культур вміст пальмітинової кислоти був найвищим із насичених жирних кислот – 3,8–7,1 % (табл. 1).

**Табл. 1. Вміст жирних кислот в олії різних культур, %**

Жирна кислота	Олія			
	гірчична	конопляна	сафлорова олеїнового типу	сафлорова лінолевого типу
C <sub>14:0</sub>	1,4	–	–	–
C <sub>10:0</sub>	–	–	0,1	–
C <sub>22:0</sub>	–	–	0,3	–
C <sub>20:0</sub>	–	–	0,4	–
C <sub>18:0</sub>	1,1	2,4	1,9	1,9
C <sub>16:0</sub>	3,8	7,1	4,9	4,3
Σ	6,3	9,5	7,6	6,2
C <sub>16:1</sub>	0,2	–	1,0	–
C <sub>20:1</sub>	6,2	–	0,3	–
C <sub>18:1</sub>	11,6	14,5	74,8	14,4
C <sub>22:1</sub>	41,2	–	–	–
Σ	59,2	14,5	76,1	14,4
C <sub>18:3n-3</sub>	5,9	17,6	0,1	–
C <sub>18:2n-6</sub>	15,3	52,7	12,7	74,8
Σ	21,2	70,3	12,8	74,8

Найвища сума насичених жирних кислот була в конопляній олії – 9,5 %. Вміст стеаринової кислоти був меншим – 1,1–2,4 % залежно від виду олії. У гірчичній та сафлоровій олії олеїнового типу сума МНЖК була найвищою – 59,2–76,1 %. В конопляній та сафлоровій олії лінолевого типу сума ПНЖК була найвищою – 70,3–74,8 %. Проте в гірчичній олії основною була ерукова кислота – 41,2 %, сафлоровій олеїнового типу – олеїнова кислота – 74,8 %, а в конопляній та сафлоровій лінолевого типу – лінолева кислота – 52,7–74,8 %.

Харчова цінність відрізнялась від виду олії (табл. 2). Так, за вмістом МНЖК і ПНЖК сафлорова олія олеїнового типу найбільше відповідала добовій потребі організму людини.

**Табл. 2. Харчова цінність 100 г олії різних культур за інтегральним скором, %**

Показник	Олія			
	гірчична	конопляна	сафлорова олеїнового типу	сафлорова лінолевого типу
НЖК	21	32	25	21
МНЖК	99	24	127	24
ПНЖК	212	703	128	748

У гірчичній олії інтегральний скор для МНЖК був майже на рівні добової потреби – 99 %, проте для ПНЖК перевищував його вдвічі. Необхідно відзначити, що конопляна та сафлорова олія лінолевого типу перевищувала добову потребу ПНЖК в 7,0–7,5 раза. При цьому інтегральний скор для МНЖК був на рівні 24 %. Інтегральний скор для НЖК був на рівні 21–32 % залежно від виду олії. Вищим цей показник був для конопляної олії – 32 %.

Рівні-параметри для індексів якості олії не розроблено. Проте відомо, що індекси атерогенності та тромбогенності чим нижчі, тим краще, відношення лінолевої до ліноленової жирної кислоти повинно бути у межах 5–15:1, а для решта індексів – чим вищі, тим краща якість олії.

Результати розрахунків свідчать, що найвище відношення ПНЖК/НЖК було в сафлоровій олії лінолевого типу – 12,1, найнижче в сафлоровій олії олеїнового типу – 1,7 завдяки високому вмісту олеїнової кислоти (табл. 3). Індекси атерогенності та тромбогенності були низькими у всіх досліджених олійних культур – 0,07–0,17. Найвище відношення гіпохолестерильних / гіперхолестерильних жирних кислот було в сафлоровій олії – 11,5–14,4. Індекс підвищення здоров'я також був найвищим у сафлоровій олії всіх типів. При цьому індекс не насиченості олії був найвищим у конопляній та сафлоровій олії лінолевого типу, а оптимальне відношення LA\ALA було в гірчичній та конопляній олії.

**Табл. 3. Індеси якості олії різних культур**

Індекс	Олія			
	гірчична	конопляна	сафлорова олеїнового типу	сафлорова лінолевого типу
ПНЖК/НЖК	3,4	7,4	1,7	12,1
ІА	0,12	0,08	0,09	0,07
ІТ	0,11	0,11	0,17	0,14
Н/Н	5,2	8,9	11,5	14,4
НРІ	8,6	11,9	17,9	20,7
UI	107,5	155,1	101,7	164,0
LA\ALA	2,6	3,0	127,0	0,0

**Висновки.** В олії конопляній та сафлоровій лінолевого типу ідентифіковано дві НЖК, у гірчичній – три, а в сафлоровій олеїнового типу – п'ять. Найвищий вміст пальмітинової жирної кислоти – 6,2–9,5 %. В олії конопляній та сафлоровій лінолевого типу ідентифіковано одну МНЖК, у сафлоровій олеїнового типу – три, а в гірчичній – чотири. У гірчичній олії найвищий вміст ерукової кислоти – 41,2 %, а в сафлоровій олії олеїнового типу – олеїнової – 74,8 %. У гірчичній, конопляній та сафлоровій олії олеїнового типу ідентифіковано дві ПНЖК, а в сафлоровій лінолевого типу – одну жирну кислоту. В усіх оліях найвищий вміст лінолевої жирної кислоти – 15,3–74,8 %. Основною жирною кислотою в гірчичній олії була ерукова, конопляній та сафлоровій лінолевого типу – ліолева, а в сафлоровій олеїнового типу – олеїнова жирна кислота. Розраховано, що гірчична та сафлорова олія олеїнового типу повністю забезпечували добову потребу організму людини МНЖК і ПНЖК. Конопляна та сафлорова олія лінолевого типу забезпечували добову потребу ПНЖК у 7,0–7,5 рази.

#### **Література:**

1. Ros E., Hu F.B. Consumption of Plant Seeds and Cardiovascular Health: Epidemiologic and Clinical Trial Evidence. *Circulation*. 2013. Vol. 128. P. 553–565.
2. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
3. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
4. Alasalvar C., Chang S.K., Bolling B., Oh W.Y., Shahidi F. Specialty Seeds: Nutrients, Bioactives, Bioavailability, and Health Benefits: A Comprehensive Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2021. Vol. 20. P. 2382–2427.
5. Martins Z., Castro Pinho O., Ferreira I.M.P.L.V.O. Food Industry By-Products Used as Functional Ingredients of Bakery Products. *Trends Food Sci. Technol.* 2017. Vol. 67. P. 106–128.
6. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О., Климович Н. М.

Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 32–37.

7. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 88–94.

8. Балабак О. А., Любич В. В. Технологічна якість олії фундука різних сортів. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2016. Вип. 89. С. 122–130.

9. Czerwonka M., Białek A. Fatty Acid Composition of Pseudocereals and Seeds Used as Functional Food Ingredients. *Life*. 2023. Vol. 13. 217.

10. Khan, S., Farhatullah, I., Khalil, H., Khan, M.Y., Ali, N. Genetic variability, heritability, and correlation for some quality traits in F<sub>3:4</sub> Brassica populations. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2008. Vol. 24. P. 223–232.

11. Márton M., Mándoki Z.S., Csapo J. Evaluation of biological value of sprouts. I. Fat content, fatty acid composition. *Acta Univ. Sapientiae Aliment*. 2010. Vol. 3. P. 53–65.

12. Балабак О. А., Любич В. В. Біологічна цінність білка фундука залежно від сорту. *Вісник Уманського НУС*. 2016. № 1. С. 52–55.

13. Любич В. В., Войтовська В.І., Сторожик Л. І., Приходько В. О. Характеристика жирно-кислотного складу олії сорго залежно від сортових особливостей. *Новітні агротехнології*. 2022. №3. С. 5–13.

14. Sasongko N.D., Möllers C. Toward increasing erucic acid content in oil seed rape (*Brassica napus* L.) through the combination of genes for high oleic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2005. Vol. 82. P. 445–449.

15. Chen J., Liu H. Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *Int. J. Mol. Sci*. 2020. Vol. 21. 5695.

## References:

1. Ros, E., Hu, F. B. (2013). Consumption of Plant Seeds and Cardiovascular Health: Epidemiologic and Clinical Trial Evidence. *Circulation*, no. 128. pp. 553–565.

2. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).

3. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, no. 89, pp. 199–206. (in Ukrainian).

4. Alasalvar, C., Chang, S.K., Bolling, B., Oh, W.Y., Shahidi, F. (2021). Specialty Seeds: Nutrients, Bioactives, Bioavailability, and Health Benefits: A Comprehensive Review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, no. 20, pp. 2382–2427.

5. Martins, Z., Castro Pinho, O., Ferreira, I.M.P.L.V.O. (2017). Food Industry By-Products Used as Functional Ingredients of Bakery Products. *Trends Food Sci. Technol.*, no. 67, pp. 106–128.

6. Lyubich, V. V., Voitovska, V. I. (2022). Fatty acid composition of seeds of different varieties of peanut and its nutritional value. *Collection of the Uman NUS*, no. 100, pp. 34–40. (in Ukrainian).

7. Lyubich, V. V. (2022). The importance of the type of fat substitute in the technology of cupcakes. *Bulletin of the Uman State University*, no. 1, pp. 88–94. (in Ukrainian).

8. Balabak, O. A., Lyubich, V. V. (2016). Technological quality of hazelnut oil of different varieties. *Collection of the Uman NUS*, no. 89, pp. 122–130. (in Ukrainian).

9. Czerwonka, M., Białek, A. (2023). Fatty Acid Composition of Pseudocereals

and Seeds Used as Functional Food Ingredients. *Life*, no. 13, 217.

10. Khan, S., Farhatullah, I., Khalil, H., Khan, M. Y., Ali, N. (2008). Genetic variability, heritability, and correlation for some quality traits in F<sub>3:4</sub> Brassica populations. *Sarhad Journal of Agriculture*, no. 24, pp. 223–232.

11. Márton, M., Mándoki, Z. S., Csapo, J. (2010). Evaluation of biological value of sprouts. I. Fat content, fatty acid composition. *Acta Univ. Sapientiae Aliment*, no. 3, pp. 53–65.

12. Balabak, O. A., Lyubich, V. V. (2016). Biological value of hazelnut protein depending on the variety. *Bulletin of the Uman State University*, no. 1, pp. 52–55. (in Ukrainian).

13. Lyubich, V. V., Voitovska, V. I., Storozhyk, L. I., Prykhodko, V. O. (2022). Characterization of the fatty acid composition of sorghum oil depending on varietal characteristics. *Advanced Agritechnologies*, no. 3, pp. 5–13. (in Ukrainian).

14. Sasongko, N. D., Möllers, C. (2005). Toward increasing erucic acid content in oil seed rape (*Brassica napus* L.) through the combination of genes for high oleic acid. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, no. 82, pp. 445–449.

15. Chen, J., Liu, H. (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *Int. J. Mol. Sci.*, no. 21, 5695.

### **Annotation**

**Liubych V. V., Voitovska V. I.**

#### ***The content of fatty acids in the oil of various crops and its nutritional value***

**Introduction.** *The seeds have a different biochemical composition, especially in the content of fatty acids. The content of which varies significantly depending on a number of factors. Despite the great interest in oil-containing seeds as functional ingredients, the fatty acid composition and nutritional value of vegetable oil have not been sufficiently studied in the scientific literature.*

**Goal.** *To determine the content of fatty acids in the oil of blue mustard, seed hemp, oleic and linoleic safflower and their nutritional value.*

**Research methods.** *Laboratory, chemical, physico-chemical, statistical, calculation, analysis.*

**The results.** *In the oil of the studied cultures, the content of palmitic acid was the highest among saturated fatty acids – 3.8–7.1 %. The highest amount of saturated fatty acids was in hemp oil – 9.5 %. The content of stearic acid was lower – 1.1–2.4 %, depending on the type of oil. In mustard and safflower oil of the oleic type, the amount of MUFA was the highest – 59.2–76.1 %. In hemp and safflower oil of the linoleic type, the amount of PUFA was the highest – 70.3–74.8 %. However, erucic acid was the main one in mustard oil – 41.2 %, safflower oleic type – oleic acid – 74.8 %, and in hemp and safflower linoleic type – linoleic acid – 52.7–74.8 %. According to the content of MUFA and PUFA, safflower oil of the oleic type most corresponded to the daily needs of the human body. In mustard oil, the integral rate for MUFA was almost at the level of the daily requirement – 99 %, but for PUFA it was twice as high. It should be noted that hemp and safflower oil of the linoleic type exceeded the daily requirement of PUFA by 7.0–7.5 times. At the same time, the integral score for MNZHK was at the level of 24 %. The integral score for NLC was at the level of 21–32 %, depending on the type of oil. This figure was higher for hemp oil – 32 %.*

**Conclusions.** *In hemp oil and safflower oil of the linoleic type, two NFAs were identified, in mustard oil - three, and in safflower oil of the oleic type – five. The highest*

*content of palmitic fatty acid is 6.2–9.5 %. In hemp oil and safflower oil of the linoleic type, one MUFA was identified, in safflower oil of the oleic type - three, and in mustard oil - four. In mustard oil, the highest content of erucic acid is 41.2 %, and in safflower oil of the oleic type, oleic acid is 74.8 %. Two PUFAs were identified in mustard, hemp and safflower oil of the oleic type, and one fatty acid was identified in safflower oil of the linoleic type. In all oils, the highest content of linoleic fatty acid is 15.3–74.8 %. The main fatty acid in mustard oil was erucic, hemp and safflower linoleic type – linoleic, and in safflower oleic type – oleic fatty acid. It was calculated that mustard and safflower oil of the oleic type fully provided the human body's daily need for MUFA and PUFA. Hemp and safflower oil of the linoleic type provided 7.0–7.5 times the daily requirement of PUFA.*

**Key words:** *oil, fatty acids, gray mustard, seed hemp, safflower dye*

**УДК: 001.891 : 631.4**

**DOI: 10.32782/2415-8240-2023-102-1-240-247**

## **ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИК БОНІТУВАННЯ ҐРУНТІВ**

**Г. М. ГОСПОДАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук

**І. Ю. РАССАДІНА**, кандидат сільськогосподарських наук

**О. Ю. СТАСІНЄВИЧ**, кандидат сільськогосподарських наук

*У статті розглянуто і проаналізовано існуючі методики бонітування ґрунтів в Україні для вдосконалення методики оцінювання продуктивності ґрунтів, розробленої А. І. Сірим.*

**Ключові слова:** *бонітування ґрунтів, методика А. І. Сірого, властивості ґрунтів, поправкові коефіцієнти, концепції бонітування*

**Вступ.** Земельний фонд – найцінніше багатство України. Від його раціонального та ефективного використання залежить добробут народу. Основою успішного господарювання, беззаперечно є родючий ґрунт. З огляду на багатофункціональність ґрунту, важливо правильно оцінити його значення в суспільстві. Передусім не повинно бути нерозуміння й применшення значення ґрунтів в економіці країни на всіх рівнях керування, нераціонального його використання, допущення розвитку деградаційних процесів. В Україні ґрунт повинен насамперед стати об'єктом охорони, а не тільки використання. Ґрунт має одержати відповідну порівняльну оцінку, а не тільки як ресурс родючості й місце розміщення господарських об'єктів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основи бонітування ґрунтів були закладені В. В. Докучаєвим. Він зазначав, що бонітування повинно базуватися на правильному розподілі ґрунтів за класами, природними типами і їх агровиробничими групами.

Перші спроби вирішення питань бонітування ґрунтів в Україні пов'язані з дослідженнями С. С. Соболева, В. П. Кузьмичова, І. І. Карманова,