

ЖИРОВІСНИЙ КОМПЛЕКС ОЛІЇ СОЄВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ

В. В. ЛЮБИЧ¹, доктор сільськогосподарських наук

В. І. ВОЙТОВСЬКА², кандидат сільськогосподарських наук

¹ Уманський національний університет

² Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Встановлено, що в складі нерафінованої та рафінованої олії соєвої найбільше містилось ПНЖК – 52,1–57,3 %. При цьому в складі ПНЖК основною жирною кислотою є ліолева – 50,3–50,9 %. Вміст ліолевої кислоти становив 1,24 % у нерафінованій та 7,0 % у рафінованій олії. Частка МНЖ становила 22,8–28,9 %. У складі МНЖ найбільшу частку займала олеїнова жирна кислота – 22,6–28,5 %. Найменшою була група НЖК – 14,8–15,2 %. Основною жирною кислотою є пальмітинова – 10,2–10,6 %. Вміст інших жирних кислот був у незначній кількості. У складі гідрогенізованої олії найбільше містилось НЖК – 94,0 %. У складі яких вміст стеаринової кислоти був найвищим – 83,1 %. Незначним був вміст пальмітинової кислоти – 10,0 %.

Ключові слова: соєва олія, рафінована, нерафінована, гідрогенізована олія, інтегральний скор, жирна кислота.

Постановка проблеми. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) належить до родини бобових. За період 2017–2021 років площа сої у світі збільшилася на 0,74 % і, як очікується, збільшиться ще на 3,03 % до 2027 року. Кількість споживаної сої за цей період зросла приблизно на 7,15 %, і очікується, що споживання зросте ще на 4,95 % до 2027 року [1]. Соя є ключовим компонентом продовольчої безпеки в усьому світі, оскільки вона є джерелом білка в раціоні людини та тварин, а також постачає кулінарну олію та біопаливо. Задоволення попиту на сою у 2050 році на існуючих посівах для населення в 9,7 мільярда людей створює тиск не лише на підвищення потенціалу врожайності, але й якості олії [2]. Соєва олія часто використовується для харчових продуктів та переробки, таких як кондитерські вироби, салатна олія, кулінарія, майонез і заправка для харчових продуктів [3]. Крім того, його використовують для неїстівних застосувань, таких як мастила, біодизель, засоби для чищення, синтез пластмас, покриття, клеї, а також виробництво чорнил, фарб, лаків та смол [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Цінність насіння сої залежить від вмісту олії та складу жирних кислот. Насіння сої є популярним джерелом харчової олії, включаючи ненасичені жирні кислоти, такі як олеїнова (OL) та ліолева (LA) кислоти. Жирні кислоти (ЖК), що містяться в соєвій олії, пропонують широкий спектр використання [5]. Ринкові потреби у соєвій олії суперечливі. Харчова промисловість та олійно-біодизельна промисловість використовують олію з низькою окислювальною здатністю, стабільністю

температури та тривалим терміном зберігання (багату на ОЛ). Тоді як олія для безпосереднього споживання повинна мати підвищену нутрицевтичну цінність з високим вмістом незамінних поліненасичених жирних кислот (лінолева кислота (LA) та ліноленова кислота (ALA)) [6].

Завдяки вмісту жиру, 100 г сої забезпечують 385 ккал. Харчова цінність насіння сої збагачена великою кількістю ненасичених жирних кислот (НЖК) [7]. Соева олія складається з 62 % поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) (54 % ЛК та 23 % МНЖК (23 % ОЛ), 8 % АЛК), 15 % НЖК (11 % пальмітинової та 4 % стеаринової). Ця олія є сумішшю НЖК та ненасичених НЖК жирних кислот з одинарними (МНЖК) та множинними ненасиченими зв'язками (ПНЖК). Оскільки кожна з аналізованих рослинних олій має специфічний профіль ЖК, їхній вплив на здоров'я людини можна оцінити за сумою окремих ЖК, враховуючи їхній різний вплив на здоров'я людини та ризик захворювань [8].

Високий рівень НЖК пов'язаний з діабетом, ожирінням та гіперліпемією. Високе споживання загального жиру було задокументовано в глобальному проспективному дослідженні в Європі в діапазоні 28,5–46,2 % ERDI (рекомендована добова норма споживання енергії), але також в Африці 13,1–50,7 % ERDI та Америці 25,7–37,2 % ERDI. Найвище споживання мононенасичених жирних кислот (MUFA) 10,9–22,3 % ERDI також було зареєстровано в Європі [9].

Бобові, включаючи сою, що мають нижчий глікемічний індекс порівняно з іншими крохмалистими продуктами, можуть допомогти знизити ризик раку. Таким чином, дієти, багаті на соєві продукти (соєві продукти), які вважаються потенційними функціональними продуктами, мають низку властивостей, що сприяють здоров'ю [10]. Епідеміологічні та інтервенційні дослідження показали, що споживання бобових пов'язане з ризиком ішемічної хвороби серця [19], діабету II типу, а також ожиріння та відповідає за зниження рівня холестерину ЛПНЩ та підвищення рівня холестерину ЛПВЩ [11].

Соева олія може знижувати рівень холестерину в організмі людини завдяки високому вмісту поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Спостерігається зростаючий інтерес до потенційних захисних ефектів n3 ПНЖК та ПНЖК проти депресивних розладів [12]. Окрім корисних для здоров'я властивостей сої, існують також ризики та негативні наслідки, які можуть виникнути внаслідок споживання соєвих продуктів. Накопичення ЖК в результаті метаболічних порушень та/або неправильного харчування є токсичним для багатьох тканин, особливо для печінки. Вищі концентрації певних жирних кислот, особливо ПНЖК, можуть спричинити загибель клітин. Інше спостереження стосується вищої токсичності НЖК порівняно з МНЖК [13].

Мета дослідження – визначити жировмісний комплекс олії соєвої залежно від технологічного оброблення.

Методика досліджень. Експериментальну частину роботи проводили у навчально-науковій лабораторії Уманського національного університету «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» упродовж 2024–2025 рр. Досліджували олію соєву нерафіновану, рафіновану та гідрогенізовану. Вміст жирних кислот в олії визначали методом рідинної хроматографії на

аналізаторі Хромос-301, а інтегральний скор – за такою формулою:

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

де І – інтегральний скор, %; Φ – фактичний вміст складника, мг/100 г; Д – добова потреба складника організмом здорової людини, мг.

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. У складі нерафінованої та рафінованої олії соєвої найбільше містилось ПНЖК – 52,1–57,3 %. (табл. 1).

Табл. 1. Вміст жирних кислот в олієвмісних продуктах сої, %

Жирна кислота	Олія соєва		
	нерафінована	рафінована	гідрогенізована
НЖК	14,8	15,2	94,0
Міристинова	0,09	0,04	0,0
Пальмітинова	10,2	10,6	10,0
Маргарінова	0,09	0,05	0,0
Стеаринова	3,6	4,0	83,1
Арахідова	0,28	0,24	0,38
Бегенова	0,37	0,26	0,39
Лігноцеринова	0,18	0,04	0,09
МНЖК	28,9	22,8	1,4
Пальмітолеїнова	0,09	0,03	0,01
Гептадеценова	0,06	0,02	0,01
Олеїнова	28,5	22,6	1,15
Гадолеїнова	0,23	0,13	0,19
ПНЖК	52,1	57,3	0,38
Лінолева	50,9	50,3	0,19
Ліноленова	1,24	7,0	0,19
<i>НІР₀₅</i>	1,3	1,5	1,7

При цьому в складі ПНЖК основною жирною кислотою є лінолева – 50,3–50,9 %. Вміст ліноленової кислоти становив 1,24 % у нерафінованій та 7,0 % у рафінованій олії. Частка МНЖ становила 22,8–28,9 %. У складі МНЖ найбільшу частку займала олеїнова жирна кислота – 22,6–28,5 %. Найменшою була група НЖК – 14,8–15,2 %. Основною жирною кислотою є пальмітинова –

10,2–10,6 %. Вміст інших жирних кислот був у незначній кількості. У складі гідрогенізованої олії найбільше містилось НЖК – 94,0 %. У складі яких вміст стеаринової кислоти був найвищим – 83,1 %. Незначним був вміст пальмітинової кислоти – 10,0 %. Вміст решти жирних кислот був представлений у невеликій кількості. При цьому вміст ПНЖК був лише на рівні 0,38 %.

Результати обрахунків свідчать, що найбільше 100 г соєвої нерафінованої та рафінованої олії забезпечує добову потребу ПНЖК – 521–573 % (табл. 2).

Табл. 2. Інтегральний скор жирних кислот у 100 г олієвмісних продуктів сої

Жирна кислота	Олія соєва		
	нерафінована	рафінована	гідрогенізована
НЖК	49	51	305
МНЖК	48	38	3
ПНЖК	521	573	3

Інтегральний скор. для НЖК становить 49–51 %, а для МНЖК – 38–48 %. Тоді як для гідрогенізованої олії інтегральний скор. для НЖК становить 305 %, а для МНЖК і ПНЖК – лише 3 %.

Висновки. Встановлено, що в складі нерафінованої та рафінованої олії соєвої найбільше містилось ПНЖК – 52,1–57,3 %. При цьому в складі ПНЖК основною жирною кислотою є лінолева – 50,3–50,9 %. Вміст ліноленової кислоти становив 1,24 % у нерафінованій та 7,0 % у рафінованій олії. Частка МНЖ становила 22,8–28,9 %. У складі МНЖК найбільшу частку займала олеїнова жирна кислота – 22,6–28,5 %. Найменшою була група НЖК – 14,8–15,2 %. Основною жирною кислотою є пальмітинова – 10,2–10,6 %. Вміст інших жирних кислот був у незначній кількості. У складі гідрогенізованої олії найбільше містилось НЖК – 94,0 %. У складі яких вміст стеаринової кислоти був найвищим – 83,1 %. Незначним був вміст пальмітинової кислоти – 10,0 %. Вміст решти жирних кислот був представлений у невеликій кількості. При цьому вміст ПНЖК був лише на рівні 0,38 %. Найбільше 100 г соєвої нерафінованої та рафінованої олії забезпечує добову потребу ПНЖК – 521–573 %. Інтегральний скор. для НЖК становить 49–51 %, а для МНЖК – 38–48 %. Тоді як для гідрогенізованої олії інтегральний скор. для НЖК становить 305 %, а для МНЖК і ПНЖК – лише 3 %.

Література:

1. OECD-FAO. Agricultural Outlook 2016–2025 [Електронний ресурс]. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/f0589695-58d9-425c-8be2-7dc065e5602f/> (дата звернення: 20.12.2021).
2. Salvagiotti F., Cassman K. G., Specht J. E., Walters D. T., Weiss A., Dobermann A. Nitrogen uptake fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Res.* 2008. Vol. 108. P. 1–13.
3. 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.

4. 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.
5. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 88–94.
6. Carrera C. S., Dardanelli J. L. Water deficit modulates the relationship between temperature and unsaturated fatty acid profile in soybean seed oil. *Crop Sci.* 2017. Vol. 57. P. 3179–3189.
7. Любич В. В., Войтовська В. І. Технологічне оцінювання насіння сортів арахісу. *Вісник ЛТЕУ*. 2023. № 34. С. 40–45.
8. Orsavova J., Misurcova L., Vavra Ambrozova J., Vicha R., Mlcek J. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16. 12871.
9. Wilk M., Ród S.Ż., Cennych Ł.E.M., Adników S.K.Ł. Soya as a source of valuable nutrients / Soja źródłem cennych składników żywieniowych. *Żywność. Nauk. Technol. Jakość*. 2017. Vol. 2. P. 16–25.
10. Galgani J.E., Uauy R.D., Aguirre C.A., Díaz E.O. Effect of the dietary fat quality on insulin sensitivity. *Br. J. Nutr.* 2008. Vol. 100. P. 471–479.
11. Anderson J.W., Major A.W. Pulses and lipaemia short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. *Br. J. Nutr.* 2002. Vol. 88. P. 263–271.
12. Bourre J.M. Acides gras ω -3 et troubles psychiatriques. *Med. Sci.* 2005. Vol. 21. P. 216–221.
13. Savary S., Trompier D., Andreoletti P., Le Borgne F., Demarquoy J., Lizard G. Fatty Acids – Induced Lipotoxicity and Inflammation. *Curr. Drug Metab.* 2012. Vol. 13. P. 1358–1370.

References:

1. OECD-FAO. (2016). Agricultural outlook 2016–2025. Retrieved December 20, 2021, from <https://www.fao.org/documents/card/en/c/f0589695-58d9-425c-8be2-7dc065e5602f/>
2. Salvagiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A., & Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation, and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108, 1–13.
3. Liubych, V. V. (2017). Productivity of wheat varieties and lines depending on abiotic and biotic factors. *Visnyk of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 95, 146–161. [in Ukrainian].
4. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of varieties and lines. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 89, 199–206. [in Ukrainian].
5. Liubych, V. V. (2022). The importance of fat replacer type in muffin technology. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 88–94. [in Ukrainian].
6. Carrera, C. S., & Dardanelli, J. L. (2017). Water deficit modulates the relationship between temperature and unsaturated fatty acid profile in soybean seed oil. *Crop Science*, 57, 3179–3189.
7. Liubych, V. V., & Voitovska, V. I. (2023). Technological evaluation of peanut seed varieties. *Bulletin of Lviv University of Trade and Economics*, 34, 40–45. [in Ukrainian].

8. Orsavova, J., Misurcova, L., Vavra Ambrozova, J., Vicha, R., & Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 12871.
9. Wilk, M., Ród, S. Ż., Cennych, Ł. E. M., & Adników, S. K. Ł. (2017). Soya as a source of valuable nutrients. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 16–25.
10. Galgani, J. E., Uauy, R. D., Aguirre, C. A., & Díaz, E. O. (2008). Effect of the dietary fat quality on insulin sensitivity. *British Journal of Nutrition*, 100, 471–479.
11. Anderson, J. W., & Major, A. W. (2002). Pulses and lipaemia: Short- and long-term effect—Potential in the prevention of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition*, 88, 263–271.
12. Bourre, J. M. (2005). Omega-3 fatty acids and psychiatric disorders. *Médecine Sciences*, 21, 216–221.
13. Savary, S., Trompier, D., Andreoletti, P., Le Borgne, F., Demarquoy, J., & Lizard, G. (2012). Fatty acids—induced lipotoxicity and inflammation. *Current Drug Metabolism*, 13, 1358–1370.

Annotation

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

Fatty acid composition of soybean oil depending on technological processing.

Objective: To determine the fatty acid composition of soybean oil depending on technological processing.

Methods: Laboratory, analytical, expert, chemical, and statistical methods.

Results: It was established that in both unrefined and refined soybean oil, the highest content was of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) – 52.1–57.3%. Linoleic acid was the predominant fatty acid in the PUFA fraction – 50.3–50.9%. The content of linolenic acid was 1.24% in unrefined and 7.0% in refined oil. The monounsaturated fatty acid (MUFA) fraction accounted for 22.8–28.9%, with oleic acid being the main component – 22.6–28.5%. The saturated fatty acid (SFA) fraction was the lowest – 14.8–15.2%, with palmitic acid as the main component – 10.2–10.6%. The content of other fatty acids was minimal. In hydrogenated oil, the SFA fraction was dominant – 94.0%, with stearic acid being the highest – 83.1%, while palmitic acid accounted for only 10.0%. The PUFA content was only 0.38%. One hundred grams of unrefined and refined soybean oil provide 521–573% of the daily PUFA requirement. The integral score for SFA was 49–51% and for MUFA 38–48%, whereas in hydrogenated oil, the integral score for SFA was 305% and for MUFA and PUFA only 3%.

Conclusions: In both unrefined and refined soybean oil, the highest content was of PUFAs – 52.1–57.3%, with linoleic acid as the main component – 50.3–50.9%. Linolenic acid content was 1.24% in unrefined and 7.0% in refined oil. MUFAs accounted for 22.8–28.9%, mainly oleic acid – 22.6–28.5%. SFAs were the lowest – 14.8–15.2%, mainly palmitic acid – 10.2–10.6%. Hydrogenated oil was dominated by SFAs – 94.0%, mainly stearic acid – 83.1%, and palmitic acid – 10.0%.

Key words: soybean oil, refined, unrefined, hydrogenated oil, integral score, fatty acid.