

УДК 664.314-021.465:664.34:633.111

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-1-2>

ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ І БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ОЛІЇ, ОТРИМАНОЇ З ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук, професор
(Уманський національний університет садівництва);

В. І. ВОЙТОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків)

Анотація. Дослідженням способів отримання олії із зародків пшениці присвячено низку наукових праць. Проте дослідження стосуються способів отримання такої олії. Результати досліджень щодо отримання і якості олії з пророслого зерна пшениці висвітлено недостатньо. Метою статті є дослідження вмісту жирних кислот і біологічної цінності олії, отриманої з пророслого зерна пшениці м'якої. Результати досліджень свідчать, що основною жирною кислотою та основною в складі ПНЖК олії з пророслого зерна пшениці м'якої є лінолева – 55,1%. Крім цього, вміст ПНЖК в такій олії був на рівні 61,9%. Вміст НЖК і МНЖК становив відповідно 17,6 і 15,3%, тобто був майже однаковим. У складі НЖК вміст пальмітинової жирної кислоти був найвищим – 16,8%. Вміст міристинової та стеаринової жирних кислот був у межах 0,2–0,6%. У складі МНЖК вміст олеїнової жирної кислоти був найвищим – 14,7%. Вміст пальмітоолеїнової жирної кислоти був на рівні 0,6%.

Необхідно відзначити, що олія з пророслого зерна пшениці м'якої може бути джерелом ПНЖК, оскільки перевищує добову потребу організму людини у 6 разів. Інтегральний скор при цьому становив 619,0%. Споживання 100 г такої олії забезпечує організм людини на 58,7% НЖК і на 25,5% МНЖК.

Олія з пророслого зерна пшениці м'якої містить також деякі інші біологічно активні речовини. Так, у 100 г олії найбільше містилось вітаміну Е – 151,2 мг. За умови споживання 100 г такої олії у 10 разів перевищує добову потребу організму людини вітаміном Е. Крім цього, вміст вітаміну К був на рівні 0,026 мг/100 г. Інтегральний скор якого становив 35,0%. Вміст вітаміну В₄ був найменшим – 20,5 мг/100 г. Добову потребу ним 100 г олії задовольняло лише на 4,1%.

Необхідно відзначити, що олія з пророслого зерна пшениці м'якої містила фітостероли – 558 мг/100 г. Отже, олія з пророслого зерна пшениці м'якої може бути джерелом високого вмісту ПНЖК ω -6 і вітаміну Е. Це створює передумови щодо доцільності застосування олії або продуктів перероблення пророслого зерна пшениці м'якої застосовувати у технології виробництва продуктів підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова: проросле зерно, пшениці м'яка, жирна кислота, вітаміни, фітостероли, інтегральний скор.

Постановка проблеми в загальному вигляді. *Triticum aestivum* L. – гексаплоїдний вид, на частку якого припадає близько 95% пшениці, що вирощується щорічно, і зазвичай використовується для виробництва хліба [1; 2]. До складу зерна, крім крохмалю, входять харчові волокна, мінеральні елементи і фенольні кислоти, які мають антиоксидантні, протизапальні та антиканцерогенні властивості [3; 4].

Зародки пшениці становлять 2–3% цілого зерна пшениці і є цінним побічним продуктом помелу [5]. Завдяки концентрації високоякісних сполук, таких як білки, мінерали, флавоноїди, стерини, вітаміни Е і В зародок вважається найкориснішою частиною зерна пшениці. Зародок має антиоксидантну, антигіперліпідемічну, гіпохолестеринемічну та протипухлинну дію [6; 7]. Проте широке використання зародків обмежене через його швидке окиснення завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот і гідролітичних й окиснювальних ферментів – ліпоксигеназа та ліпаза [8; 9]. Нині розроблено й розробляються ефективні методи і способи зберігання зародку. Проте зазвичай олію добувають із зародків, які відокремлюють під час виробництва борошна [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням способів отримання олії із зародків пшениці присвячено низку наукових праць [11; 12]. У роботі авторів [13] встановлено, що вихід олії змінювався залежно від виду реагенту екстрагування. Найвищий вихід олії (16,0%) забезпечувало екстрагування сольвентом порівняно з механічним способом і зрідженим диоксидом вуглецю – відповідно 6,6 і 6,4%. Різні способи виробництва олії майже не впливали на вміст жирних кислот. Проте вміст токоферолів змінювався достовірно. Необхідно відзначити, що вміст лінолевої кислоти був найвищим – 53,5–56,7% залежно від способу добування олії. Проте дослідження стосуються способів добування олії і формування її якості залежно від них.

В іншому дослідженні [14] встановлено, що як насичені, так і ненасичені жирні кислоти майже не змінювалися під час проростання насіння люцерни. Основною насиченою жирною кислотою досліджуваних паростків була пальмітинова кислота, кількість якої майже не змінювалась у паростків люцерни під час проростання. Олеїнова та лінолева кислота були основними

серед ненасичених жирних кислот у досліджуваних паростках. Концентрація олеїнової кислоти залишалася незмінною протягом періоду проростання. У паростках сочевиці вміст олеїнової кислоти знижувався, а вміст лінолевої кислоти значно збільшувався. Про різний вміст жирних кислот у насінні олійних культур підтверджено іншими дослідженнями [15; 16]. Отже, вміст жирних кислот і біологічну цінність олії з пророслого зерна пшениці м'якої вивчено недостатньо.

Формування цілей статті. Метою статті є дослідження вмісту жирних кислот і біологічної цінності олії, отриманої з пророслого зерна пшениці м'якої.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальну частину роботи проводили у навчально-науковій лабораторії Уманського НУС «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» упродовж 2020–2021 рр. Зерно пшениці м'якої озимої сорту Подолянка пророщували упродовж трьох діб. Після цього проросле зерно висушували, подрібнювали і проводили екстрагування жиру диетиловим ефіром.

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

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

де I – інтегральний скор, %; Φ – фактичний вміст складника, мг/100 г; D – 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 « r », який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0.05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати досліджень свідчать, що основною жирною кислотою та основною в складі ПНЖК олії з пророслого зерна пшениці м'якої є лінолева – 55,1%. Крім цього, вміст ПНЖК в такій олії був на рівні 61,9%. Вміст НЖК і МНЖК становив відповідно 17,6 і 15,3%, тобто був майже однаковим. У складі НЖК вміст пальмітинової жирної кислоти був найвищим – 16,8%. Вміст міристинової та стеаринової жирних кислот був у межах 0,2–0,6%. У складі МНЖК вміст олеїнової жирної кислоти був найвищим – 14,7%. Вміст пальмітоолеїнової жирної кислоти був на рівні 0,6%.

Необхідно відзначити, що олія з пророслого зерна пшениці м'якої може бути джерелом

ПНЖК, оскільки перевищує добову потребу організму людини у 6 разів. Інтегральний скор при цьому становив 619,0%. Споживання 100 г такої олії забезпечує організм людини на 58,7% НЖК і на 25,5% МНЖК (табл. 1).

Таблиця 1
Вміст жирних кислот та інтегральний скор в олії з пророслого зерна пшениці м'якої озимої, %

Показник	Вміст складника в 100 г жиру	Інтегральний скор
$C_{14:0}$	0,2	58,7
$C_{18:0}$	0,6	
$C_{16:0}$	16,8	
$C_{16:1}$	0,6	25,5
$C_{18:1}$	14,7	
$C_{18:3} \omega-3$	6,8	619,0
$C_{18:2} \omega-6$	55,1	
HIP_{05}	1,3	–

Олія з пророслого зерна пшениці м'якої містить також деякі інші біологічно активні речовини. Так, у 100 г олії найбільше містилось вітаміну Е – 151,2 мг. За умови споживання 100 г такої олії у 10 разів перевищує добову потребу організму людини вітаміном Е. Крім цього, вміст вітаміну К був на рівні 0,026 мг/100 г. Інтегральний скор якого становив 35,0%. Вміст вітаміну B_4 був найменшим – 20,5 мг/100 г. Добову потребу ним 100 г олії задовольняло лише на 4,1% (табл. 2).

Таблиця 2
Вміст мікроскладових та інтегральний скор в олії з пророслого зерна пшениці м'якої озимої

Показник	Вміст складника в 100 г жиру, мг	Інтегральний скор, %
B_4	20,5	4,1
Е	151,2	1008,0
К	0,026	35,0
Фітостероли	558	–
HIP_{05}	2,8	–

Необхідно відзначити, що олія з пророслого зерна пшениці м'якої містила фітостероли – 558 мг/100 г. Отже, олія з пророслого зерна пшениці м'якої може бути джерелом високого вмісту ПНЖК $\omega-6$ і вітаміну Е. Це створює передумови щодо доцільності застосування олії або продуктів перероблення пророслого зерна пшениці м'якої застосовувати у технології виробництва продуктів підвищеної біологічної цінності.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у подальшому напрямі. Встановлено, що основною жирною кислотою та основною в складі ПНЖК олії з пророслого зерна пшениці м'якої є лінолева – 55,1%. Вміст НЖК становить 17,6%, а МНЖК – 15,3%. Олія з пророслого зерна пшениці м'якої має високу біологічну цінність. Так, інтегральний скор для

ПНЖК становить 619,0%, НЖК – 58,7 і МНЖК – 25,5%. В 100 г олії з пророслого зерна пшениці м'якої виявлено 20,5 мг вітаміну В₄, 151,2 – вітаміну Е, 0,026 – вітаміну К і 558 мг фітостеролів. Інтегральний скор для вітаміну Е становить 1008%, а для вітаміну К – 35,0%. Перспективним є дослідження якості пророслого зерна інших

видів сільськогосподарських культур. Крім цього, особливо значущим є вивчення збереження цінних властивостей пророслого зерна за додавання в готові продукти. Результати досліджень підтверджують можливість ефективного застосування пророслого зерна пшениці, яке не придатне для випікання хліба.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Peña-Bautista R. J., Hernandez-Espinosa N., Jones J. M., Guzmán C., Braun H. J. Series on carbohydrates, wheat, grains, and health: Wheat-based foods: Their global and regional importance in the food supply, nutrition, and health. *Cereal Foods World*. 2017. Vol. 62. P. 231–249.
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. Rico D., Peñas E., Garcia M. C., Martinez-Villaluenga C., Rai D. K., Birsan R. I. Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient. *Foods*. 2020. Vol. 9. Article number 296.
5. Hernandez-Espinosa N., Laddomada B., Payne T., Huerta-Espino J., Govindan V., Ammar K., Ibba M. I., Pasqualone A., Guzman C. Nutritional quality characterization of a set of durum wheat landraces from Iran and Mexico. *LWT Food Sci. Technol.* 2020. Vol. 124. Article number 109198.
6. Ikram A., Saeed F., Afzaal M., Imran A., Niaz B., Tufail T., Hussain M., Anjum F.M. Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Sci. Nutr.* 2021. Vol. 9. P. 4617–4628.
7. Laddomada B., Durante M., Mangini G., D'Amico L., Lenucci M. S., Simeone R., Piarulli L., Mita G., Blanco A. Genetic variation for phenolic acids concentration and composition in a tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) collection. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2017. Vol. 64. P. 587–597.
8. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 88–94.
9. Liao M., Damayanti W., Zhao Y., Xu X., Zheng Y., Wu J., Jiao S. Hot air-assisted radio frequency stabilizing treatment effects on physicochemical properties, enzyme activities and nutritional quality of wheat germ. *Food Bioprocess Technol.* 2020. Vol. 13. P. 901–910.
10. Srivastava A. K., Sudha M. L., Baskaran V., Leelavathi K. Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *Eur. Food Res. Technol.* 2006. Vol. 224. P. 365–372.
11. Li B., Zhao L., Chen H., Sun D., Deng B., Li J., Liu Y., Wang F. Inactivation of lipase and lipoxygenase of wheat germ with temperature-controlled short wave infrared radiation and its effect on storage stability and quality of wheat germ oil. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. Article number e0167330.
12. Miyahara R. F., Lopes J. O., Antunes A. E. C. The use of sprouts to improve the nutritional value of food products: A brief review. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2021. Vol. 76. P. 143–152.
13. Marzocchi S., Caboni MF, Greco Miani M, Pasini F. Wheat Germ and Lipid Oxidation: An Open Issue. *Foods*. 2022. Vol. 11(7). Article number 1032.
14. 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.
15. Narducci V., Finotti E., Galli V., Carcea M. Lipids and fatty acids in Italian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars. *Foods*. 2019. Vol. 8. Article number 223.
16. Dhillon B., Choudhary G., Sodhi N.S. A study on physicochemical, antioxidant and microbial properties of germinated wheat flour and its utilization in breads. *J. Food Sci. Technol.* 2020. Vol. 57. P. 2800–2808.

REFERENCES

1. Peña-Bautista, R.J., Hernandez-Espinosa, N., Jones, J.M., Guzmán, C., & Braun, H.J. (2017). Series on carbohydrates, wheat, grains, and health: Wheat-based foods: Their global and regional importance in the food supply, nutrition, and health. *Cereal Foods World*, 62, 231–249.
2. Liubych, V. V. (2017). Produktivnist sortiv i liniy pshenyts zalezchno vid abiotychnykh i biotychnykh chynnykiv [Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors]. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 95, 146–161 [in Ukrainian].
3. Liubych, V.V. (2016). Biolohichna tsinnist bilka pshenytsi spelyty zalezchno vid pokhodzhennia sortu ta liniy [Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain]. *Bulletin of Uman NUH*, 89, 199–206 [in Ukrainian].
4. Rico, D., Peñas, E., Garcia, M.C., Martinez-Villaluenga, C., Rai, D.K., & Birsan, R.I. (2020). Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient. *Foods*, 9, 296.
5. Hernandez-Espinosa, N., Laddomada, B., Payne, T., Huerta-Espino, J., Govindan, V., Ammar, K., Ibba, M.I., Pasqualone, A., & Guzman, C. (2020). Nutritional quality characterization of a set of durum wheat landraces from Iran and Mexico. *LWT Food Sci. Technol.*, 124, 109198.

6. Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Imran, A., Niaz, B., Tufail, T., Hussain, M., & Anjum, F.M. (2021). Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food Sci. Nutr.*, 9, 4617–4628.
7. Laddomada, B., Durante, M., Mangini, G., D'Amico, L., Lenucci, M.S., Simeone, R., Piarulli, L., Mita, G., & Blanco, A. (2017). Genetic variation for phenolic acids concentration and composition in a tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) collection. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 64, 587–597.
8. Lyubich, V. V. (2022). Znachennia vydu zhyrozaminyka v tekhnologii keksiv [The importance of the type of fat substitute in the technology of cupcakes]. *Bulletin of the Uman State University*, 1, 88–94 [in Ukrainian].
9. Liao, M., Damayanti, W., Zhao, Y., Xu, X., Zheng, Y., Wu, J., & Jiao, S. (2020). Hot air-assisted radio frequency stabilizing treatment effects on physicochemical properties, enzyme activities and nutritional quality of wheat germ. *Food Bioprocess Technol.*, 13, 901–910.
10. Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskaran, V., & Leelavathi, K. (2006). Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. *Eur. Food Res. Technol.*, 224, 365–372.
11. Li, B., Zhao, L., Chen, H., Sun, D., Deng, B., Li, J., Liu, Y., & Wang, F. (2016). Inactivation of lipase and lipoxygenase of wheat germ with temperature-controlled short wave infrared radiation and its effect on storage stability and quality of wheat germ oil. *PLoS ONE*, 11, e0167330.
12. Miyahara, R.F., Lopes, J.O., & Antunes, A.E.C. (2021). The use of sprouts to improve the nutritional value of food products: A brief review. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 76, 143–152.
13. Marzocchi, S., Caboni, M.F., Greco Miani, M., & Pasini, F. (2022). Wheat Germ and Lipid Oxidation: An Open Issue. *Foods*, 11(7), 1032.
14. Márton, M., Mándoki, Z.S., & Csapo, J. (2010). Evaluation of biological value of sprouts. I. Fat content, fatty acid composition. *Acta Univ. Sapientiae Aliment*, 3, 53–65.
15. Narducci, V., Finotti, E., Galli, V., Carcea, M. (2019). Lipids and fatty acids in Italian durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars. *Foods*, 8, 223.
16. Dhillon, B., Choudhary, G., & Sodhi, N.S. (2020). A study on physicochemical, antioxidant and microbial properties of germinated wheat flour and its utilization in breads. *J. Food Sci. Technol.*, 57, 2800–2808.

V. Liubych, Doctor of Agricultural Sciences, Professor (Uman National University of Horticulture); **V. Voitovska**, PhD, Senior Researcher (Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet). **Fatty acid content and biological value of oil obtained from sprouted soft wheat grain**

Abstract. A number of scientific works have been devoted to the study of methods of obtaining oil from wheat germ. However, the research concerns the methods of obtaining such oil. Research results of the production and quality of oil from sprouted soft wheat grain have not been sufficiently covered. The purpose of the article is to study the content of fatty acids and the biological value of oil obtained from sprouted soft wheat grain. The results of research indicate that the main fatty acid and the main PUFA component of oil from sprouted soft wheat grain is linoleic acid – 55.1%. In addition, the PUFA content in this oil was at the level of 61.9%. The content of EFA and MUFA was 17.6 and 15.3%, respectively, that is, it was almost the same. The content of palmitic fatty acid was the highest in EFA – 16.8%. The content of myristic and stearic fatty acids was in the range of 0.2–0.6%. The content of oleic fatty acid was the highest in MUFA – 14.7%. The content of palmitoleic fatty acid was at the level of 0.6%.

It should be noted that oil from sprouted soft wheat grain can be a source of PUFA, as it exceeds the daily requirement of the human body by 6 times. While the integral score was 619.0%. Consumption of 100 g of such oil provides the human body with 58.7% of EFA and 25.5% of MUFA.

The oil from sprouted soft wheat grain also contains some other biologically active substances. Thus, 100 g of oil contained the most vitamin E – 151.2 mg. In case of consumption of 100 g of this oil, it is 10 times higher than the human body's daily need for vitamin E. In addition, vitamin K content was 0.026 mg/100 g, the integral score of which was 35.0%. Vitamin B4 content was the lowest – 20.5 mg/100 g. 100 g of oil met its daily need by only 4.1%.

It should be noted that the oil from sprouted soft wheat grain contained phytosterols – 558 mg/100 g. Therefore, the oil from sprouted soft wheat grain can be a source of high content of PUFA ω -6 and vitamin E. This creates prerequisites for the expediency of using oil or processed products of sprouted soft wheat grain in the production technology of increased biological value products.

Key words: sprouted grain, soft wheat, fatty acid, vitamins, phytosterols, integral score.