

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НАСІННЯ РІЗНИХ СОРТІВ АРАХІСУ ТА ЙОГО 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 у насінні різних сортів арахісу та його харчову цінність. Встановлено, що в насінні сортів арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс містить високий вміст жиру та воно має найвищий інтегральний скор.

Ключові слова: арахіс, сорт, жирна кислота, інтегральна оцінка

Вступ. Арахіс (*Arachis hypogaea* L.) є важливою олійною культурою в світі. Олія насіння арахісу містить ліноленову та олеїнову карбонові кислоти, також є джерелом омега-6 і омега-3 жирних кислот. Насіння арахісу містить велику кількість вітаміну Е, який також діє як антиоксидант [1]. Насіння арахісу застосовують у кондитерському виробництві, а його олія перспективна сировина для заміни маргарину в технології продуктів харчування [2]. В аграрному виробництві вихід і якість продукції займають основне значення [3]. При цьому важливо впроваджувати сорти сільськогосподарських культур з високими адаптивними властивостями, які при цьому мають високу харчову цінність зерна [4]. Доведено, що зміни клімату може впливати на формування біохімічної складової зерна, особливо нових сортів сільськогосподарських культур [5, 6]. Тому дослідження питання формування вмісту карбонових кислот у насінні різних сортів арахісу є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основані складові зерна істотно змінюються залежно від рівня агротехнології і погодних умов [7, 8]. Основними складовими жировмісної складової, що містяться в арахісовій олії, є ненасичені жирні кислоти, що включають олеїнову (C_{18:1}) і лінолеву кислоти (C_{18:2}). Крім цього, високий вміст ненасичених жирних кислот в арахісовій олії є корисним для здоров'я людини завдяки їх антиоксидантній активності. Проте динамічні зміни у протеоміці, пов'язані з накопиченням олеїнової кислоти під час формування насіння, все ще залишаються не дослідженими [9].

Виробництво арахісу швидко зросло за попередні роки, і він став важливою товарною культурою для крафтового виробництва. У 2014 році з майже 26,5 млн га було зібрано понад 43,9 млн тонн арахісу в бобах [10]. Насіння арахісу містить близько 45–56 % олії і 24–25 % білка. Арахісова олія

містить високий вміст ненасичених жирних кислот (більш як 80 %), з яких близько 50 % становить олеїнова кислота [11]. Доведено, що дієти з високим рівнем олеїнової кислоти мають позитивний вплив на здоров'я людини, що включає зниження рівня холестерину, зниження ризику ішемічної хвороби серця та запобігання гіпертонії [12]. Через його дієтичні переваги і переваги для здоров'я ринковий попит на арахісову олію постійно зростає. Крім цього, селекційна практика направлена на створення нових сортів арахісу з поліпшеними адаптивними і харчовими властивостями [13]. Створення і впровадження нових сортів сільськогосподарських культур буде впливати на напрямок їх перероблення [14]. Отже, арахіс – перспективна культура для виробництва, проте жировмісна складова потребує детальнішого вивчення.

Методика досліджень. Експериментальну частину роботи щодо вирощування різних сортів сорго зернового виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків. У досліді після пшениці озимої вирощували сорти арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс. 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, %; 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 «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0.05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

Результати досліджень. У насінні різних сортів арахісу загальний вміст жирних кислот змінювався від 44,735 до 45,268 % (табл. 1). Найбільше містилось жирних кислот з групи мононенасичених (МНЖК) – 21,408–24,049 %. Найменший був вміст насичених жирних кислот – 6,286–6,984 %.

Основною жирною кислотою в арахісу є олеїнова ($C_{18:1}$), частка якої становила 46,5–52,0 % залежно від сорту (табл. 2). Частка лінолевої кислоти змінювалась від 32,5 до 36,8 %, а пальмітинової – від 11,0 до 12,5 %. Частка стеаринової ($C_{18:0}$) кислоти становила 2,8 %, а частка решти жирних кислот була найнижчою – 0,02–0,6 %.

Табл. 1. Вміст жирних кислот у насінні різних сортів арахісу, %

Жирна кислота	Сорт					HIP ₀₅
	Валенсія українська	Валенсія 433	Степняк	Вірджинія 936	Періс	
16:0	5,607	5,447	5,556	4,961	4,900	0,278
18:0	1,241	1,238	1,245	1,264	1,260	0,062
14:0	0,025	0,028	0,030	0,012	0,015	0,002
8:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
10:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
12:0	0,037	0,035	0,035	0,037	0,037	0,002
$\sum_{Cn:0}$	6,984	6,818	6,936	6,348	6,286	0,347
16:1	0,048	0,045	0,045	0,050	0,052	0,002
18:1	20,903	20,863	20,912	23,456	23,477	1,046
20:1	0,512	0,500	0,508	0,524	0,520	0,025
$\sum_{Cn:1}$	21,463	21,408	21,465	24,030	24,049	1,073
18:2	16,500	16,478	16,521	14,645	14,888	0,826
18:3	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,001
20:4	0,025	0,021	0,030	0,035	0,035	0,002
$\sum_{Cn:n}$	16,535	16,509	16,561	14,69	14,933	0,828
\sum_{Cn}	44,982	44,735	44,962	45,068	45,268	2,248

Табл. 2. Частка жирних кислот у насінні різних сортів арахісу, % від їх суми

Жирна кислота	Сорт									
	Валенсія українська		Валенсія 433		Степняк		Вірджинія 936		Періс	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
C14:0	0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
C8:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C10:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C12:0	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
C _{18:0}	17,8	2,8	18,2	2,8	17,9	2,8	19,9	2,8	20,0	2,8
C _{16:0}	80,3	12,5	79,9	12,2	80,1	12,4	78,2	11,0	78,0	10,8
$\sum_{Cn:0}$	–	15,5	–	15,2	–	15,4	–	14,1	–	13,9
C16:1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
C20:1	2,4	1,1	2,3	1,1	2,4	1,1	2,2	1,2	2,2	1,1
C _{18:1}	97,4	46,5	97,5	46,6	97,4	46,5	97,6	52,0	97,6	51,9
$\sum_{Cn:1}$	–	47,7	–	47,9	–	47,7	–	53,3	–	53,1
C18:3	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02	0,1	0,02
C20:4	0,2	0,08	0,1	0,05	0,2	0,07	0,2	0,08	0,2	0,08
C _{18:2}	99,8	36,7	99,8	36,8	99,8	36,7	99,7	32,5	99,7	32,9
$\sum_{Cn:n}$	–	36,8	–	36,9	–	36,8	–	32,6	–	33,0

Примітка: 1 – частка НЖК, МНЖК і ПНЖК від їх суми, 2 – частка жирних кислот від загальної їх суми.

Частка МНЖК в насінні арахісу була найвищою – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становила 32,6–36,9, а частка НЖК була найнижчою – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу. У складі НЖК найбільше містилось пальмітинової (C_{16:0}) – 78,0–80,3 %, МНЖК – олеїнової (C_{18:1}) – 97,4–97,6, ПНЖК – лінолевої (C_{18:2}) – 99,7–99,8 % від їх суми.

За умови споживання 100 г насіння арахісу можна на 44,7–45,3 % забезпечити добову потребу організму людини жирами (табл. 3).

Табл. 3. Харчова цінність 100 г насіння різних сортів арахісу за інтегральним скором, %

Показник	Сорт				
	Валенсія українська	Валенсія 433	Степняк	Вірджинія 936	Періс
Жир	45,0	44,7	45,0	45,1	45,3
НЖК	51,7	50,7	51,3	47,0	46,3
МНЖК	79,5	79,8	79,5	88,8	88,5
ПНЖК	368,0	369,0	368,0	326,0	330,0

Слід відзначити, що за потреби організму людини 100 г жиру, 30 % має бути рослинного, а 70 % – тваринного походження. Тому 100 г насіння арахісу цілком задовольняє потребу організму людини жирами рослинного походження. Слід відзначити, що частка НЖК на 46,3–51,7 %, а МНЖК – на 79,5–88,8 % відповідає оптимальній кількості цих груп жирних кислот. Проте частка ПНЖК на 326,0–369,0 % перевищує оптимальний їх вміст у жиру арахісу.

Висновки. Основною жирною кислотою в насінні арахісу є олеїнова (C_{18:1}), частка якої становить 46,5–52,0 % залежно від сорту. Частка МНЖК в насінні арахісу найвища – 47,7–53,1 %, частка ПНЖК становить 32,6–36,9, а частка НЖК найнижча – 13,9–15,5 % залежно від сорту арахісу. У складі НЖК найбільше міститься пальмітинової (C_{16:0}) – 78,0–80,3 % від їх суми, МНЖК – олеїнової (C_{18:1}) – 97,4–97,6 від їх суми, ПНЖК – лінолевої (C_{18:2}) – 99,7–99,8 % від їх суми. За умови споживання 100 г насіння арахісу можна на 44,7–45,3 % забезпечити добову потребу організму людини жирами. Частка НЖК на 46,3–51,7 %, а МНЖК – на 79,5–88,8 % відповідає оптимальній кількості цих груп жирних кислот. Проте частка ПНЖК на 326,0–369,0 % перевищує оптимальний їх вміст у жиру арахісу. Рекомендується вирощувати сорти арахісу Валенсія українська, Валенсія 433, Степняк, Вірджинія 936, Періс, оскільки насіння має високий вміст жиру та найвищий інтегральний скор.

Література:

1. Bilal M., Shabbir M.A., Xiaobo Z., Arslan M., Usman M., Azam M., Aadil R. M., Ahmad N. Characterization of peanut seed oil of selected varieties and

its application in the cereal-based product. *J Food Sci Technol*. 2020. Vol. 57(11). P. 4044–4053.

2. Liu H., Li H., Gu J., Deng L., Ren L., Hong Y., Lu Q., Chen X., Liang X. Identification of the Candidate Proteins Related to Oleic Acid Accumulation during Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Seed Development through Comparative Proteome Analysis. *Int J Mol Sci*. 2018. Vol. 19(4). Article number 1235.

3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №4. С. 11–18.

4. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

5. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.

6. 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.

7. Господаренко Г. М., Полторецький С. П., Любич В. В., Железна В. В. Удосконалення режимів пропарювання за виробництва крупи плющеної із зерна пшениці спельти. *Збірник наукових праць НУС*. 2018. Вип. 93(1). С. 8–22.

8. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 1. С. 11–16.

9. Akhtar S., Khalid N., Ahmed I., Shahzad A., Suleria H.A. Physicochemical characteristics, functional properties, and nutritional benefits of peanut oil: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2014. Vol. 54. P. 1562–1575.

10. Cernay C., Pelzer E., Makowski D. A global experimental dataset for assessing grain legume production. *Sci*. 2016. Vol. 3. Article number 160084.

11. Zhao C., Qiu J., Agarwal G., Wang J., Ren X., Xia H., Guo B., Ma C., Wan S., Bertoli D.J. Genome-Wide Discovery of Microsatellite Markers from Diploid Progenitor Species, *Arachis duranensis* and *A. ipaensis*, and Their Application in Cultivated Peanut (*A. hypogaea*). *Front. Plant Sci*. 2017. Vol. 8. Article number 1209.

12. Vassiliou E.K., Gonzalez A., Garcia C., Tadros J.H., Chakraborty G., Toney J.H. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF-both in vitro and in vivo systems. *Lipids Health Dis*. 2009. 8. Article number 25.

13. Bertoli D.J., Cannon S.B., Froenicke L., Huang G., Farmer A.D., Cannon E.K., Liu X., Gao D., Clevenger J., Dash S. The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nat. Genet*. 2016. 48 P. 438–446.

14. Любич В. В. Кормові властивості зерна тритикале ярого залежно від доз і строків застосування азотних добрив. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 95. С. 8–17.

References:

1. Bilal, M., Shabbir, M. A., Xiaobo, Z., Arslan, M., Usman, M., Azam, M., Aadil, R. M., Ahmad, N. (2020). Characterization of peanut seed oil of selected varieties and its application in the cereal-based product. *J Food Sci Technol.*, 2020, no. 57(11), pp. 4044–4053.
2. Liu, H., Li, H., Gu, J., Deng, L., Ren, L., Hong, Y., Lu, Q., Chen, X., Liang, X. (2018). Identification of the Candidate Proteins Related to Oleic Acid Accumulation during Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Seed Development through Comparative Proteome Analysis. *Int J Mol Sci.*, 2018, no. 19(4), article number 1235.
3. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O. (2017). Yield and quality of cereals from grain varieties and lines of wheat. *Bulletin of the Poltava SAA*, 2017, no. 4, pp. 11–18. (in Ukrainian).
4. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Zbirnyk Umans'kogo NUS* [Bulletin of Uman NUH], 89, 199–206. (in Ukrainian).
5. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, 2017, no. 3, pp. 18–24. (in Ukrainian).
6. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 2017, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).
7. Hospodarenko, G. M., Poltoretskyi, S. P., Liubych, V. V., Zheliezna, V. V. (2018). Improvement of the parcooking mode for the rolled groats production of spelt wheat. *Collected Works of Uman NUH*, 2018, no. 93(1), pp. 8–22. (in Ukrainian).
8. Hospodarenko, H. M., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O., Voziyan, V. V. (2015). Baking properties of spelled grain depending on fertilizer. *Bulletin of Uman NUS*, 2015, no. 1, pp. 11–16. (in Ukrainian).
9. Akhtar, S., Khalid, N., Ahmed, I., Shahzad, A., Suleria, H.A. (2014). Physicochemical characteristics, functional properties, and nutritional benefits of peanut oil: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2014, no. 54, pp. 1562–1575.
10. Cernay, C., Pelzer, E., Makowski, D. (2016). A global experimental dataset for assessing grain legume production. *Sci.*, 2016, no. 3, article number 160084.
11. Zhao, C., Qiu, J., Agarwal, G., Wang, J., Ren, X., Xia, H., Guo, B., Ma, C., Wan, S., Bertoli, D. J. (2017). Genome-Wide Discovery of Microsatellite Markers from Diploid Progenitor Species, *Arachis duranensis* and *A. ipaensis*, and Their Application in Cultivated Peanut (*A. hypogaea*). *Front. Plant Sci.*, 2017, no. 8, article number 1209.
12. Vassiliou, E. K., Gonzalez, A., Garcia, C., Tadros, J. H., Chakraborty, G., Toney, J. H. (2009). Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF-both in vitro and in vivo systems. *Lipids Health Dis.*, 2009, no. 8, article number 25.
13. Bertoli, D. J., Cannon, S. B., Froenicke, L., Huang, G., Farmer, A. D., Cannon, E. K., Liu, X., Gao, D., Clevenger, J., Dash, S. (2016). The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. *Nat. Genet.*, 2016, no. 48, pp. 438–446.
14. Liubych, V. V. (2019). Fodder properties of spring triticale grain depending on doses and terms of nitrogen fertilizers application. *Collection of scientific works of Uman NUH*, 2019, no. 95, pp. 8–17. (in Ukrainian).

Annotation

Liubych V. V., Voitovska V. I.

Fatty acid composition of seeds of different peanut varieties and its nutritional value

Introduction. Peanut – a crop characterized by high fat content with essential carboxylic acids. The creation of new varieties of this crop and climate change necessitate a more detailed study of the biochemical composition of seeds.

Methods. Laboratory, chemical, physico-chemical, statistical, computational.

Results. In the seeds of different peanut varieties, the total content of fatty acids varied from 44.735 to 45.268 %. The highest content of fatty acids from the group of MUFA – 21.408–24.049 %. The content of saturated fatty acids was the lowest – 6.286–6.984 %. The main fatty acid in peanut is oleic one ($C_{18:1}$), the share of which was 46.5–52.0 % depending on peanut variety. The share of oleic acid varied from 32.5 to 36.8 %, and the share of palmitic acid – from 11.0 to 12.5 %. The share of stearic ($C_{18:0}$) acid was 2.8 %, and the share of other fatty acids was the lowest – 0.02–0.6 %. Under the consumption of 100 g of peanut seeds, 44.7–45.3 % of the daily requirement of the human body for fat can be provided. It should be noted that if the human body needs 100 g of fat, 30 % should be of vegetable origin and 70% of animal one. Therefore, 100 g of peanut seeds fully satisfies the needs of the human body with vegetable fats.

Conclusions. It was found that the main fatty acid in peanut seeds is oleic one ($C_{18:1}$), the share of which is 46.5–52.0 % depending on the variety. The share of MUFA in peanut seeds is the highest – 47.7–53.1 %, the share of PUFA is 32.6–36.9, and the share of EFA is the lowest – 13.9–15.5 %, depending on peanut variety. The composition of EFA contains the most palmitic ($C_{16:0}$) – 78.0–80.3 % of their amount, MUFA – oleic ($C_{18:1}$) – 97.4–97.6 of their amount, PUFA – linoleic ($C_{18:1}$) 2) – 99.7–99.8 % of their amount. Under the consumption of 100 g of peanut seeds, 44.7–45.3 % of the daily requirement of the human body for fat can be provided. The share of EFA by 46.3–51.7 % and MUFA by 79.5–88.8 % corresponds to the optimum quantity of these fatty acid groups. However, the share of PUFA by 326.0–369.0 % exceeds their optimum quantity in peanut fat. It is recommended to grow Valencia Ukrainska, Valencia 433, Stepniak, Virginia 936, Peris peanut varieties, as the seeds have high fat content and the highest integral score.

Key words: peanut, variety, seeds, fatty acid, integral score.