

Любич В.В.

Уманський національний університет садівництва

Лещенко І.А.

Уманський національний університет садівництва

ВМІСТ ВІТАМІНІВ У ЦІЛІЙ КРУПІ З ПШЕНИЦІ ПОЛБИ ЗАЛЕЖНО ВІД ТРИВАЛОСТІ ЛУЩЕННЯ

В умовах глобалізації, важливим є поєднання збереження генетичного різноманіття і використання малоприсаєднаних для вирощування пшениці м'якої територій, з одночасним забезпеченням сучасних тенденцій споживачів щодо харчових продуктів. Вирощування малопоширених видів пшениці сприятиме забезпечення населення якісними, безпечними харчовими продуктами, що нині є досить перспективним напрямком. Пшениця полба займає все більшу нішу серед інших видів пшениць, оскільки поряд з високим вмістом білка має значну кількість резистентного крохмалю, клітковини, каротиноїдів, антиоксидантів і характеризується меншою калорійністю. Крім цього, зерно і продукти його перероблення мають вищу біологічну цінність.

Статтю присвячено вивченню вмісту вітамінів у цілій крупі з пшениці полби залежно від тривалості лушення. Встановлено, що зі збільшенням тривалості лушення зерна (20–200 с) зерна пшениці полби вміст вітаміну B_7 зменшувався у 1,4 рази від 0,11 до 0,008 мг/100 г, вітамінів B_6 і B_9 у 1,2–1,3 рази – відповідно з 0,29–0,37 до 0,057–0,068 мг/100 г. Натомість, кількісний склад вітамінів B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 і пігментів (лютеїн + зеаксантин) змінювався не істотно.

Встановлено, що вміст вітаміну K_1 у крупі з пшениці полби № 1 (сорт Голіковська) істотно змінювався – від 4,6 до $3,8 \times 10^{-3}$ мг/100 г залежно від тривалості лушення зерна. Вміст β -каротину, β - і γ -токоферолу були більш стабільними – відповідно 0,002–0,003, 0,21–0,23 і 1,67–1,71 мг/100 г.

Комплексно оцінивши динаміку зміни вмісту вітамінів у процесі лушення зерна пшениці полби, було встановлено їх рівномірний розподіл у зернівці, оскільки, в цілому, їх вміст змінювався неістотно.

Вміст окремих вітамінів у крупі з пшениці полби № 1 із зерна сорту Голіковська істотно (майже на 43 %) змінювався залежно від тривалості лушення. Так, найбільш істотно зменшувався вміст вітамінів K_1 ($4,6\text{--}3,8 \times 10^{-3}$ мг/100 г), B_7 (0,11–0,008 мг/100 г), B_6 (0,29–0,37 мг/100), B_9 (0,057–0,068 мг/100 г). Кількісний склад β -каротину, β - і γ -токоферолу пігментів (лютеїн + зеаксантин) і вітамінів B_1 , B_2 , B_3 , B_4 і B_5 змінювався не істотно.

Ключові слова: крупа ціла, пшениця полба, зерно, лушення зерна, вітаміни.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

В умовах глобалізації, важливим є поєднання збереження генетичного різноманіття і використання малоприсаєднаних для вирощування пшениці м'якої територій, з одночасним забезпеченням сучасних тенденцій споживачів щодо харчових продуктів. Вирощування малопоширених видів пшениці сприятиме забезпечення населення якісними, безпечними харчовими продуктами, що нині є досить перспективним напрямком [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Пшениця полба займає все більшу нішу серед інших видів пшениць, оскільки поряд з високим вмістом білка має значну кількість резистентного крохмалю, клітковини, каротиноїдів, антиоксидантів і характеризується меншою калорійністю [2]. Хліб, макаронні вироби та крупи з пшениці полби

є ідеальними харчовими продуктами для здорового харчування. Внаслідок повільнішого засвоєння крохмалю, зерно цього виду пшениці має низьке значення глікемічного індексу, що робить її придатною для спеціальних дієт, наприклад діабеті [3]. Зерно пшениці полби містить менше алергенних речовин, ніж у пшениці м'якої та спельти, що надає їй статус продовольчої культури для здорового харчування, проте не рекомендується до вживання хворим на целиацію [4].

Дослідженням питання раціонального використання зерна пшениці полби займалися вітчизняні та закордонні вчені [5–7]. Більшість науковців відмічає, у її зерні високий вміст білка (понад 20 %) з ознаками слабкої клейковини. Це зумовлює доцільність його використання для виробництва круп'яних продуктів [8, 9]. У дослідженнях

[10] встановлено, що в зерні пшениці полби містилось значно більше бета-каротину і вітамінів групи В. Так, середні значення вмісту бета-каротину, вітамінів В₁, В₂, В₅ і В₆ становили відповідно 65,48 ± 2,39 мкг/кг, 4,22 ± 0,13 мг/кг, 0,36 ± 0,05 мг/кг, 3,60 ± 0,21 мг/кг і 2,06 ± 0,09 мг/кг.

Необхідно відзначити, що вміст мікроскладових у зерні малопоширених видів пшениць має значну мінливість [11]. Така тенденція може бути зумовлена морфологічними і селекційно-генетичними особливостями виду і сорту [12]. При цьому зерно малопоширених видів пшениць має вдвічі більше каротиноїдів, у 10 разів більше лютеїну, у чотири рази більше вітамінів В₂ і В₆ порівняно з сучасними сортами пшениці [13]. Необхідно відзначити, що в дослідженнях вивчали вміст мікроскладових лише в зерні.

Вітаміни нерівномірно розподілені в зернівці пшениці. Так, значна кількість вітаміну Е знаходиться в зародку зерна, а каротину – в алеїроновому шарі [14]. Тканини ендосперму пшениці містять незначну кількість вітамінів, зокрема, А, В і Е. Встановлено [15], що вміст вітамінів змінюється залежно від технологічних елементів виробництва зернопродуктів. Тому вивчення впливу проведення на вміст вітамінів у крупі пшениці полби № 1 (ціла крупа) є актуальним.

Сутність проблеми полягає в тому, що в науковій літературі недостатньо досліджено питання формування вмісту вітамінів у круп'яних продуктів залежно від елементів технології перероблення. Тому необхідно проводити додаткові дослідження.

Формування цілей статті. Метою роботи є вивчення вмісту вітамінів у цілій крупі з пшениці полби залежно від тривалості лушення.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальну частину роботи проводили у лабора-

торії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Для проведення досліджень використовували зерно пшениці полби ярої сорту Голіковська.

Підготовка зерна пшениці полби перед виготовленням круп'яних продуктів включала очищення зернової суміші за допомогою лабораторного пневматичного сепаратора РЕТКУС К-293 та очищення від дрібного зерна – прохід пробивного сита 1,7х20 мм – розсів РЛУ-1.

Зерно лушили у лабораторному лушильнику УШЗ-1. Це обладнання призначене для оброблення поверхні зерна методом інтенсивного стирання оболонок, у процесі якого відбувається видалення плодових і насінневих оболонок, алеїронового шару та частково зародку.

Вміст вітамінів – методом рідинної хроматографії на аналізаторі Хромос-301. Інтегральний скор – за такою формулою:

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

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

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що вміст вітамінів у крупі з пшениці полби змінювався залежно від тривалості лушення. Так, результати дослідження свідчать (табл. 1), що зі збільшенням тривалості лушення (20–200 с) зерна пшениці полби вміст вітаміну В₇ зменшувався у 1,4 рази від 0,11 до 0,008 мг/100 г, вітамінів В₆ і В₉ у 1,2–1,3 рази – відповідно з 0,29–0,37 до 0,057–0,068 мг/100 г. Натомість, кількісний склад вітамінів В₁, В₂, В₃, В₄, В₅ і пігментів (лютеїн + зеаксантин) змінювався не істотно.

Таблиця 1

Вміст водорозчинних вітамінів і пігментів у крупі з пшениці полби № 1 залежно від тривалості лушення, мг/100 г

Тривалість лушення, с	Вміст вітаміну								Лютеїн + зеаксантин
	В ₁	В ₂	В ₃	В ₄	В ₅	В ₆	В ₇	В ₉	
20	0,38	0,10	6,81	95,8	1,09	0,37	0,011	0,068	0,166
40	0,38	0,11	6,81	95,8	1,09	0,37	0,011	0,066	0,166
60	0,38	0,11	6,81	95,8	1,10	0,36	0,010	0,066	0,168
80	0,39	0,11	6,81	95,5	1,10	0,36	0,010	0,061	0,170
100	0,39	0,12	6,80	95,6	1,10	0,35	0,009	0,059	0,169
120	0,39	0,11	6,80	95,4	1,11	0,35	0,009	0,057	0,168
140	0,38	0,11	6,80	95,4	1,08	0,35	0,009	0,057	0,165
160	0,38	0,11	6,80	95,4	1,08	0,34	0,009	0,058	0,164
180	0,38	0,10	6,80	95,3	1,08	0,33	0,009	0,057	0,161
200	0,38	0,11	6,78	95,0	1,07	0,29	0,008	0,057	0,161

Таблиця 2

Вміст жиророзчинних вітамінів у крупі з пшениці полби № 1 залежно від тривалості лушення, мг/100 г

Тривалість лушення, с	Вміст провітамінів			
	K ₁	β-каротину	β-токоферолу	γ-токоферолу
20	4,6×10 ⁻³	0,003	0,21	1,71
40	4,5×10 ⁻³	0,003	0,21	1,68
60	4,5×10 ⁻³	0,003	0,22	1,69
80	4,4×10 ⁻³	0,003	0,21	1,68
100	4,3×10 ⁻³	0,003	0,22	1,69
120	4,2×10 ⁻³	0,003	0,21	1,68
140	4,2×10 ⁻³	0,003	0,23	1,67
160	4,1×10 ⁻³	0,003	0,22	1,68
180	4,1×10 ⁻³	0,002	0,21	1,67
200	3,8×10 ⁻³	0,002	0,22	1,68

Таблиця 3

Інтегральний скор вітамінів у крупі з пшениці полби № 1 залежно від тривалості лушення, %

Тривалість лушення, с	Інтегральний скор вітаміну										
	A	K	E	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₉
20	0,03	5,8	12,8	34,5	9,1	48,6	19,2	21,8	28,5	22,0	17,0
40	0,03	5,6	12,6	34,5	10,0	48,6	19,2	21,8	28,5	22,0	16,5
60	0,03	5,6	12,7	34,5	10,0	48,6	19,2	22,0	27,7	20,0	16,5
80	0,03	5,5	12,6	35,5	10,0	48,6	19,1	22,0	27,7	20,0	15,3
100	0,03	5,4	12,7	35,5	10,9	48,6	19,1	22,0	26,9	18,0	14,8
120	0,03	5,3	12,6	35,5	10,0	48,6	19,1	22,2	26,9	18,0	14,3
140	0,03	5,3	12,7	34,5	10,0	48,6	19,1	21,6	26,9	18,0	14,3
160	0,03	5,1	12,7	34,5	10,0	48,6	19,1	21,6	26,2	18,0	14,5
180	0,02	5,1	12,5	34,5	9,1	48,6	19,1	21,6	25,4	18,0	14,3
200	0,02	4,8	12,7	34,5	10,0	48,4	19,0	21,4	22,3	16,0	14,3

Було встановлено, що вміст вітаміну K₁ у крупі з пшениці полби № 1 істотно змінювався – від 4,6 до 3,8×10⁻³ мг/100 г залежно від тривалості лушення зерна (табл. 2). Вміст β-каротину, β- і γ-токоферолу були більш стабільними – відповідно 0,002–0,003, 0,21–0,23 і 1,67–1,71 мг/100 г.

Комплексно оцінивши динаміку зміни вмісту вітамінів у процесі лушення зерна пшениці полби сорту Голіковська, було встановлено їх рівномірний розподіл у зернівці, оскільки, в цілому, їх вміст змінювався неістотно.

Результати розрахунків свідчать, що найбільше добову потребу 100 г крупі з пшениці полби забезпечує вітамінами B₃ і B₁ – відповідно 48,4–48,6 і 34,5 % залежно від варіанту дослідження (табл. 3).

Інтегральний скор для вітамінів B₆, B₄, B₂ і E був на рівні 9,1–21,8 %. Необхідно відзначити, що цей показник для вітамінів B₆ знижувався від 28,5 % за лушення зерна впродовж 20 с до 22,3 % за лушення впродовж 200 с. Інтегральний скор.

для вітаміну B₇ знижувався від 22,0 до 16,0 %, а вітаміну B₉ – від 17,0 до 14,3 %. Найменший інтегральний скор був для вітаміну A – лише 0,02–0,03 %.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Вміст окремих вітамінів у крупі з пшениці полби № 1 із зерна сорту Голіковська істотно (майже на 43 %) змінюється залежно від тривалості лушення. Так, найбільш істотно зменшується вміст вітамінів K₁ (4,6–3,8×10⁻³ мг/100 г), B₇ (0,11–0,008 мг/100 г), B₆ (0,29–0,37 мг/100 г), B₉ (0,057–0,068 мг/100 г). Кількісний склад β-каротину, β- і γ-токоферолу, пігментів (лютеїн + зеаксантин) і вітамінів B₁, B₂, B₃, B₄ і B₅ змінюється не істотно. Найбільшу добову потребу 100 г крупі з пшениці полби забезпечує вітамінами B₃ і B₁. Тривалість лушення знижує інтегральний скор для вітамінів B₆, B₇ і B₉. Інтегральний скор для решти вітамінів майже не змінювався від тривалості лушення.

Список літератури:

1. Aliyev R. T., Abbasov M. A., Mammadov A. C. Genetic Identification of Diploid and Tetraploid Wheat Species with RAPD Markers. *Turk J Biol.* 2007. Vol. 31. P. 173–180.
2. Al-Akhdar H. H., Zinhoum R. A., Abdelfattah N. A. H. Microwave energy as an alternative control method for stored grain pests. *Egyptian Journal of Plant Protection Research Institute.* 2019. Vol. 2 (4). P. 612–621.

3. Čurná V., Lacko-Bartošová M. Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): a review. *Journal of Central European Agriculture*. 2017. Vol. 18 (1). P. 117–134.
4. Geisslitz S., Ludwig C., Scherf K. A., & Koehler P. Targeted LC–MS/MS Reveals Similar Contents of α -Amylase/Trypsin-Inhibitors as Putative Triggers of Nonceliac Gluten Sensitivity in All Wheat Species except Einkorn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018. Vol. 66 (46). P. 12395–12403.
5. Любич В. В., Твердохліб О. В. Круп'яні властивості зерна пшениці однозернянки. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 62–74.
6. Новак Ж. М., Полянецька І. О., Любич В. В. Порівняльна характеристика тетраплоїдних видів пшениці в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. №100. С. 215–224.
7. Giacintucci V., Guardeno L., Puig A. et al. Composition, protein contents, and microstructural characterisation of grains and flours of emmer wheats (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccon*) of the central Italy type. *Czech Journal of Food Sciences*. 2014. V. 32 № 2. P. 115–121.
8. Любич В. В., Железна В. В. Математичне моделювання водотеплового оброблення зерна пшениці спельти. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2022. Вип. 1. С. 28–33.
9. Koga S., Böcker U., Wieser H. et al. Polymerisation of gluten proteins in developing wheat grain as affected by desiccation. *Journal of Cereal Science*. 2017. Vol. 73. P. 122–129.
10. Tekin M, Cengiz MF, Abbasov M, Aksoy A, Canci H, Akar T. Comparison of some mineral nutrients and vitamins in advanced hulled wheat lines. *Cereal Chem*. 2018. Vol. 95. P. 436–444.
11. Konvalina P., Stehno Z., Capouchova I., Zechner E., Berger S., Grausgruber H., Moudry J. Differences in grain/straw ratio, protein content and yield in landraces and modern varieties of different wheat species under organic farming. *Euphytica*. 2014. Vol. 199. P. 31–40.
12. Любич В. В., Железна В. В., Стратуца Я. С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 3. С. 133–143.
13. Ziegler J. U., Wahl S., Wurschum T., Longin C. F., Carle R., Schweiggert R. M. Lutein and lutein esters in whole grain flours made from 75 genotypes of 5 *Triticum* species grown at multiple sites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63. P. 5061–5071.
14. Любич В. В., Войтовська В. І., Кононенко Л. М. Вміст вітамінів і мінеральних елементів у зернопродуктах різних сортів соризу. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. Ч. 1. С. 78–86.
15. Rohi M., Pasha I., Butt M. S., Nawaz H. Variation in the levels of B-vitamins and protein content in wheat flours. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2013. 12 (5). P. 441–447.

Liubych V.V., Leshchenko I.A. VITAMIN CONTENT IN EMMER WHOLE GRAIN CEREAL DEPENDING ON HUSKING DURATION

In the conditions of globalization, it is important to combine the preservation of genetic diversity and the use of areas that are not suitable for soft wheat cultivation, with the contemporary provision of modern trends of consumers regarding food products. Cultivation of rare wheat types will contribute to providing the population with high-quality, safe food products, which is currently a rather promising trend. Emmer wheat occupies an increasing share among other wheat types, because, along with a high protein content, it has a significant amount of resistant starch, fiber, carotenoids, antioxidants and is characterized by a lower energy content. In addition, grain and products of its processing have a higher biological value.

The article is dedicated to the research of vitamin content in emmer whole grain cereal depending on husking duration. It was established that with an increase in husking duration (20–200 s) of emmer wheat grain, the content of vitamin B₇ decreased by 1.4 times from 0.11 to 0.008 mg/100 g, vitamins B₆ and B₉ by 1.2–1.3 times, respectively, from 0.29–0.37 to 0.057–0.068 mg/100 g. On the other hand, the quantitative composition of vitamins B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ and pigments (lutein + zeaxanthin) did not change significantly.

It was established that vitamin K₁ content in emmer wheat No. 1 (Holikovska variety) cereal varied significantly – from 4.6 to 3.8×10⁻³ mg/100 g, depending on husking duration. The content of β -carotene, β - and γ -tocopherol were more stable – 0.002–0.003, 0.21–0.23 and 1.67–1.71 mg/100 g, respectively.

Having comprehensively assessed the dynamic pattern in vitamin content in the process of emmer wheat grain husking, their uniform distribution in the kernel was established, since, in general, their content changed insignificantly.

The content of individual vitamins in emmer wheat No. 1 cereal of Holikovska variety grain changed significantly (by almost 43%) depending on husking duration. Thus, the content of vitamins K₁ (4.6–3.8×10⁻³ mg/100 g), B₇ (0.11–0.008 mg/100g), B₆ (0.29–0.37 mg/100), B₉ (0.057–0.068 mg/100 g) decreased most significantly. The quantitative composition of β -carotene, β - and γ -tocopherol pigments (lutein + zeaxanthin) and vitamins B₁, B₂, B₃, B₄ and B₅ did not change significantly.

Key words: whole grain cereal, emmer wheat, grain, husking, vitamins.