

Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти.

¹Дробот В.І., член-кор НААН України, д.т.н, професор

²Семенова А.Б., ст.наук.співр.

¹Михонік Л.А., к.т.н, доцент

¹Національний університет харчових технологій

²Інститут продовольчих ресурсів НААН України

Анотація: В статті висвітлено результати дослідження якості суцільнозмеленого борошна спельти та пшениці. Порівняно їх хімічний склад та технологічні властивості. Встановлено, що борошно з суцільнозмеленого зерна спельти, порівняно з пшеничним, містить більше білків, жирів, харчових волокон, мінеральних речовин та вітамінів, але хліб з нього має менший об'єм та показники пористості і формостійкості. Це потребує розроблення технологічних заходів, спрямованих на покращення якості хліба з борошна спельти. Зважаючи на цінний хімічний склад, суцільнозмелене спельтове борошно є перспективною сировиною для виготовлення хлібобулочних виробів оздоровчого та функціонального призначення.

Ключові слова: пшениця, спельта, суцільнозмелене борошно, хімічний склад, мінеральні речовини, вітаміни, хлібопекарські властивості.

Annotation: The article deals with results of research quality whole-spelt and whole-wheat flours. Their chemical composition and technological properties was compared. Established that the whole-spelt flour in comparison with whole-wheat flour contains more protein, fat, dietary fiber, minerals and vitamins, but the bread from spelt has smaller specific volume, porosity and shape stability. This requires the development of technological measures to improve the bread quality from spelt flour. In view of valuable chemical composition whole-spelt flour it is perspective raw material for production health-improving bakery products.

Keywords: wheat, spelt, whole-grain flour, chemical composition, minerals, vitamins, baking properties.

Недотримання принципів раціонального харчування сьогодні стало основною причиною розвитку багатьох неінфекційних захворювань.

Найпоширенішим наслідком незбалансованого харчування населення України є порушення обміну речовин. Надмірна вага і ожиріння є п'ятим за вагомістю фактором ризику смерті у світі, оскільки є основною причиною розвитку таких хвороб, як діабет, серцево-судинні захворювання, порушення стану скелетно-м'язової системи, деякі онкологічні захворювання. Основним заходом лікування та профілактики хвороб обміну речовин є дієтотерапія з включенням до раціону продуктів харчування з високим вмістом харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин.

За цих умов нагальним постало питання виробництва хлібобулочних виробів оздоровчого та профілактичного призначення зі зниженою енергетичною та підвищеною харчовою цінністю. Споживання хліба з суцільнозмеленого борошна сприятиме попередженню виникнення вищезазначених хвороб, оскільки це борошно зберігає всі корисні властивості зернівки.

Традиційно, для виготовлення хліба використовується борошно з сучасних сортів голозерних пшениць виду *Triticum aestivum L.*, яка є космополітом серед пшениць у світі, оскільки має високі показники врожайності, легка в обробці та володіє високими хлібопекарськими властивостями. Однак її виробництво лімітовано біотичними та абіотичними факторами [3].

Поряд з цим, в країнах Європи, США та Росії в останнє десятиріччя зростає інтерес споживачів до хлібобулочних виробів, виготовлених з борошна пшениці спельти *Triticum spelta L.* – напівдикого виду пшениці, відомого з доісторичних часів.

Підвищена увага до спельти зумовлена рядом причин, серед яких можна назвати придатність її для низьковитратного землеробства, а також деякі харчові та технологічні властивості [2]. Спельта, порівняно з традиційними видами пшениці, має підвищений вміст білків, ліпідів, харчових волокон, вітамінів та мінеральних речовин. Поживні речовини спельти мають високий рівень розчинності, тому вони легше та швидше засвоюються організмом. Засвоюваність її білків краща, а саме: спельти – 80,1 %, пшениці – 78,9 % [7].

У 1991 р Міжнародною асоціацією харчової алергії США було проведено клінічні дослідження та доведено, що клейковина спельти в половині випадків не викликає алергії у людей, чутливих до цього компоненту в зерні [9].

Борошно спельти використовується у виробництві хлібобулочних, макаронних, борошняних кондитерських виробів. Хлібопекарські властивості борошна зі спельти вивчені недостатньо. Більшість дослідників відзначають, що з цього борошна відмивається від 30 до 50 % клейковини, яка за якістю поступається клейковині з сучасних сортів пшениці і характеризується як слабка. Внаслідок цього хліб зі спельтового борошна має більш низькі споживчі властивості [1, 5].

Метою наших досліджень було порівняння хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного та спельтового борошна, що дозволить визначити можливість та доцільність застосування спельти у хлібопекарському виробництві, як альтернативну сировину пшеничному борошну.

Зважаючи на відсутність даних про хімічний склад борошна з зерна спельти, вирощеної на території України, нами було досліджено склад цього борошна в порівнянні з пшеничним (табл. 1). Для досліджень було використано спельту та пшеницю врожаю 2013 року.

Таблиця 1. Хімічний склад борошна з суцільнозмеленого зерна пшениці та спельти, % на СР.

Складові	Борошно з суцільнозмеленого зерна	
	Пшеничне	Спельтове
Білки, г	13,67	17,46
Жири, г	2,01	3,17
Вуглеводи	81,73	75,92
в т. ч. крохмаль, г	62,98	52,49
цукри, г	3,94	3,62
Харчові волокна, г	12,61	14,34
в т. ч. клітковина, г	3,3	2,1
пентозани, г	4,81	4,05
Зола, г	1,62	1,97
Мінеральні речовини мг/100г		
калій, мг/100г	302	391
кальцій, мг/100г	50	44
магній, мг/100г	104	102
фосфор, мг/100г	314	358
залізо, мг/100г	4,31	4,57
мідь, мг/100г	0,44	0,48

цинк, мг/100г	1,97	3,09
Вітаміни		
V ₁ (тіамін), мг/100г	0,43	0,39
V ₂ (рибофлавін), мг/100г	0,16	0,13
PP (ніацин), мг/100г	4,9	6,5
V ₅ (пантотенова кислота)	0,49	0,96
V _c (фолацин), мкг/100 г	39	42
E (токоферол), мг/100г	2,71	2,86
K (філохінон), мкг/100г	1,92	3,71

Для спельти характерний високий вміст білка. Так, за результатами досліджень встановлено, що спельта містить більше білка на 28 %, жирів – в 1,6 разів більше, мінеральних речовин (зола) – на 22 %. Поряд з цим має менший показник кількості вуглеводів на 7,6 % (в т.ч. крохмалю – на 20 %). Загальний вміст харчових волокон в спельті більший, ніж в пшениці, але вона містить менше клітковини. Отримані результати підтверджують дані закордонних вчених, які зазначають, що в зерні спельти переважають розчинні фракції харчових волокон [6, 7]. Більш багатий вітамінний та мінеральний склад спельти можна пояснити її специфічною здатністю - краще за голозерні пшениці, поглинати поживні речовини з ґрунту [8].

Дослідження жирокислотного складу (табл. 2) пшеничної та спельтової олій виявило, що ліпіди спельти представлені більшим розмаїттям жирних кислот. Порівняно з пшеничним, спельтове борошно містить більше МНЖК та ПНЖК, в т. ч. ω -3 та ω -6 жирних кислот, а також вдвічі більше олеїнової кислоти, що дозволяє віднести спельту до високоолеїнових культур.

Таблиця 2. Жирокислотний склад пшеничної та спельтової олій

Жирні кислоти	Масова частка жирних кислот в оліях, %	
	Пшениці	Спельти
Насичені (НЖК)	27,819	13,951
C10:0 (капрінова)	—	0,045
C12:0 (лауринова)	—	0,317
C14:0 (міристинова)	0,011	0,09
C16:0 (пальмітинова)	16,612	8,733
C18:0 (стеаринова)	9,852	3,978
C19:0 (нанодоценова)	—	0,645
C20:0 (арахінова)	0,381	—
C22:0 (бегенова)	—	0,143
C24:0 (лігноцеринова)	0,963	—
Мононенасичені (МНЖК)	18,416	29,494
C16:1 (пальмітолеїнова)	0,545	0,067
C18:1 (олеїнова)	15,122	29,395
C20:1 (гадолеїнова)	2,01	0,032
C22:1 (ерукова)	0,739	—
Поліненасичені (ПНЖК)	51,7	54,383
C18:2 (лінолева)	44,798	45,135
C18:3 (ліноленова)	6,902	9,125
C20:2 (ейкозодієнова)	—	0,123
Не ідентифіковані кислоти	2,065	2,172

Як вже зазначалось, борошно спельти характеризується більшим вмістом білка. Білки спельти так само, як і пшениці, лімітовані за лізином та треоніном (табл. 3). Проте скор амінокислот цих білків кращий, за лізином становить 58 %, треоніном – 86 %, тоді як пшеничного, відповідно 52 та 70 %. Суцільнозмелене пшеничне борошно має вищі показники амінокислотного скору лейцину, ізолейцину та суми тирозину і фенілаланіну. В перерахунку на 1 г білка містить більшу кількість гліцину та глютамінової кислоти.

Таблиця 3. Амінокислотний склад білків пшениці та спельти

Амінокислота	Шкала FAO	Борошно з суцільнозмеленого зерна			
		Пшеничне		Спельтове	
		Вміст, мг/100 г	СКОР, %	Вміст, мг/100 г	СКОР, %
Треонін	4,0	372	70	588	86
Валін	5,0	621	94	1012	119
Метіонін	3,5	216	103	266	110
Цистеїн		261		389	
Лейцин	7,0	961	103	1212	101
Ізолейцин	4,0	699	132	813	119
Тирозин	6,0	361	127	496	124
Фенілаланін		652		771	
Лізин	5,5	376	52	542	58
Аспаргінова кислота		779		1026	
Серін		588		844	
Глютамінова кислота		3060		3545	
Пролін		1777		2348	
Гліцин		634		700	
Аланін		464		614	
Аргінін		709		987	
Гістидин		378		537	

Таким чином, дослідженнями хімічного складу суцільнозмеленого борошна доведено переваги харчової цінності спельти порівняно з пшеницею. Наявність в спельті більшої кількості білків та ліпідів, поряд зі знизеним вмістом вуглеводів, обумовлює відмінність хлібопекарських властивостей борошна з цих культур.

Встановлено (табл. 4), що спельта, порівняно з пшеницею має нижчий показник цукроутворювальної здатності, оскільки, порівняно з пшеницею, містить меншу кількість крохмалю, зерна якого більш дрібні, але міцніше зв'язані з білками. Крохмаль спельти гірше піддається амілолізу внаслідок меншого вмісту амілози [7].

Внаслідок цього тісто зі спельтового борошна бродить менш інтенсивно, що підтверджується меншим на 21 % виділенням діоксиду вуглецю за період його бродіння. Кислотність спельтового борошна на 0,4 град більше, що позначається на більш високій початковій та кінцевій кислотності тіста (табл. 5).

Про білково-протеїназний комплекс борошна зі спельти судили за кількістю та якістю відмитої клейковини. Встановлено, що зі спельтового борошна відмивається клейковини на 8 % більше, ніж з пшеничного. Ця клейковина менш пластична, більш розтяжна, має меншу на 15 % гідратаційну здатність і на 28 % пружність.

Таблиця 4 . Показники якості суцільнозмеленого борошна пшениці та спельти

Показники	Використане борошно	
	Пшеничне	Спельтове
Борошно		
Вміст клейковини, %	24	32

Розтяжність клейковини, см	14	18
Пружність, од. ІДК	74	90
Гідратаційна здатність, %	174	151
Кислотність борошна, град	4,8	5,2
Водопоглинальна здатність, %	65	61
Цукроутворювальна здатність, мг мальтози / 100 г	311	224

Внаслідок більш низької якості клейковини і меншої газотворювальної здатності спельтового борошна, тісто в кінці бродіння має менший на 12 % питомий об'єм і на 26 % гіршу формостійкість, яку визначали за розпливанням кульки тіста.

Готові вироби з цього борошна були правильної форми, з гладкою, темно-золотистою поверхнею скоринки, однак мали менший питомий об'єм на 6 %, пористість на 5 % і формостійкість на 16 %.

Таблиця 5. Показники технологічного процесу та якості готових виробів

Показники	Використане борошно		
	Пшеничне	Пшеничне	
Тісто			
Кислотність, град:	початкова	3,2	3,6
	кінцева	4,0	4,4
Газоутворення за період бродіння тіста, см ³ /100 г		540	428
Розпливання кульки тіста, %		147	215
Питомий об'єм тіста в кінці бродіння, см ³ /г		2,46	2,19
Хліб			
Питомий об'єм, см ³ /г		2,8	2,4
Пористість, %		73	68
Формостійкість, Н/D		0,31	0,26
Кислотність, град		3,5	3,8

Отже, з огляду на тенденцію здорового харчування, суцільнозмелене спельтове борошно заслуговує на увагу і може бути корисним у хлібопекарській промисловості для виготовлення хлібобулочних виробів з покращеним хімічним складом. Проте, оскільки хлібопекарські властивості борошна спельти поступаються пшеничному борошну, для покращення якості виробів необхідно застосовувати певні технологічні заходи.

Література:

1. Бульчук Е.А. Использование спельты в производстве хлебобулочных изделий / Е.А. Бульчук, А.Ф. Никулин // Материалы II Всерос. науч.-практик. конф. молодых ученых и аспирантов, 14-16 апр. 2008, Ч 1. – Уфа: ФГОУ ВПО «Башкирский ГАУ», 2008. – С. 244 – 246
2. Запаренко Г.В. Характеристика спельты, як альтернативної зернової сировини хлібопекарського виробництва / Г.В. Запаренко, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 23 бер. 2011 р / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х : ХДУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 63.
3. Лебедева Т. В. Генетическое разнообразие мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. по устойчивости к *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* Golovin / Т. В. Лебедева // Вестник ВОГиС. – 2008. – Том 12. - № 4. – с. 686 – 690.
4. Романова Ю. А. Исследование коллекции вида пшеницы *Triticum spelta* L. по полиморфизму глиадинов / Ю. А. Романова, Н. К.Губарева, А. В. Конарев, О. П.

- Митрофанова, О. А. Ляпунова, Н. А. Анфилова, П. П. Стрельченко // Генетика. – 2001. – Т. 37. - № 9. – с. 1258-1265.
5. Bojnanská T. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications / T. Bojnanská, H. Francáková // Rostl. Výr. – 2002. – Vol. 48. – P. 141-147.
 6. Bonafaccia G. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread / G. Bonafaccia, V. Gallia, R. Franciscia, V. Mairb, V. Skrabanjac, I. Kreft // Food Chemistry. – 2000. – Vol. 68. – P. 437-441.
 7. Escarnot E. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot, J-M Jacquemin, R. Agneessens, M. Paquot // Biotechnology, Agronomy, Society and Environment. – 2012. – Vol. 16(2). – P. 243-256
 8. Kohajdová Z. Nutritional value and baking applications of spelt wheat / Z. Kohajdová, J. Karovičová // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. – 2008. –Vol. 7(3). –P. 5-14.
 9. Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat / International Food Allergy Association. Clinical trial studies // october 11, 1991 : <http://www.sobaya.ca/kamtast.html>