

## РОЗДІЛ 5 СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 664.7.004.12:633.111:631.526.3

### ФОРМУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЛІНІЇ

*Г. Господаренко, д. с.-г. н., С. Полторецький, д. с.-г. н., В. Любич, к. с.-г. н.,  
Н. Воробйова, к. с.-г. н., І. Улянич, к. с.-г. н.  
Уманський національний університет садівництва*

**Постановка проблеми.** Проблемі підвищення якості зерна пшениці присвячено праці не лише в Україні, а й за кордоном [1]. Безперечно, для отримання зерна з потрібною якістю необхідно мати відповідний сортовий матеріал. Крім того, нові сорти швидко втрачають свої властивості в репродукціях, оскільки найбільшим попитом у хлібопекарській промисловості зазвичай користується зерно не нижче від третього класу, про що свідчать дані досліджень багатьох учених. Сорти пшениці різняться також за фракційним складом білка, що позначається на хлібопекарських властивостях [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вагомий внесок у дослідження хімічного складу зерна пшениці спельти зробили провідні вчені з близького та далекого зарубіжжя: Ruibal-Mendieta N. L. [3], G. S. Ranhorta [4], M. Lacko-Bartošová, M. Rádlová [5], Zl. Kohajdová, J. Karovičová [6].

Пшениця спельта зазвичай відзначається високим вмістом клейковини, проте вона розпливчастіша і менш еластична, ніж клейковина пшениці м'якої [7–10]. Вміст клейковини в зерні пшениці спельти істотно змінюється залежно від сорту. За даними [6], вміст клейковини в зерні пшениці спельти змінювався від 10,8 до 30,6 %. За даними досліджень А. Ceglińska [11], цей показник становив 51,6 %. Подібні результати отримано в дослідженнях Н. Zielinski, А. Ceglińska, А. Michalska [12], Z. Kohajdová, J. Karovičová [6].

Хліб із борошна пшениці спельти має високий об'ємний вихід, правильну форму, колір м'якушки – кремовий, з приємним смаком і ароматом. М'якушка відрізняється зернистою та грубуватою структурою порівняно із такою, виготовленою з борошна пшениці м'якої [13; 14]. Вироби з борошна пшениці спельти мають хрустку скоринку та щільну м'якушку [12].

**Постановка завдання.** Метою нашого дослідження було вивчення хлібопекарських властивостей зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, зумовлених білково-протеїназним і вуглеводно-амілазним комплексом.

**Виклад основного матеріалу.** Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету

садівництва. Використовували зерно сортів пшениці спельти селекції країн Європи – Schwabenkorn (Австрія), NSS 6/01 (Сербія), Швецька 1 (Швеція), лінії, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta* – LPP 1197, LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1221, інтрогресивні лінії NAK 34/12–2 і NAK 22/12, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / амфіплоїд (*Tr. durum* / *Ae. tauschii*) та інтрогресивну лінію TV 1100, отриману гібридизацією *Tr. aestivum* (сорт Харківська 26) / *Tr. kiharae*, з добром озимої форми, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (стандартом) був районований сорт пшениці спельти Зоря України (st).

Уміст та індекс деформації клейковини визначали за ДСТУ ISO 21415–1:2009, число падання – за ГОСТ 30498–97, об'єм хліба – за методикою державного сортовипробування. Математичну обробку даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [15]. Для оцінювання щільності зв'язку між показниками, котрі вивчали, використовували шкалу R. E. Chaddock [16], яка за коефіцієнта кореляції 0,1–0,3 – слабка, 0,3–0,5 – помірна, 0,5–0,7 – істотна, 0,7–0,9 – висока, 0,9–0,99 – дуже висока.

Одним з основних показників хлібопекарських властивостей зерна є вміст клейковини, яка представляє білковий комплекс. Дослідженнями встановлено, що вміст клейковини змінювався від 25,5 до 46,3 % залежно від сорту та лінії (табл. 1). Жоден сорт не перевищував стандарту, в якого цей показник становив 46,3 %. Дуже високий (понад 36,0 %) вміст клейковини був у зерні пшениці спельти сортів Зоря України, Schwabenkorn і NSS 6/01, ліній LPP 1221 і TV 1100, високий (31,0–35,9 %) – ліній LPP 1197, P 3, NAK34/12–2, NAK 22/12, низький (21,0–25,9 %) – лінії LPP 3117. У зерні решти сортів і ліній цей показник був на рівні середнього – 26,0–30,9 %.

Походження сортів і ліній не впливало на означений показник, тому що серед кожної групи досліджуваних форм пшениці спельти було зерно з високим і середнім вмістом клейковини.

Встановлено, що вміст клейковини істотно змінювався за роки проведення досліджень. На якість зерна впливає температура повітря в період молочної та молочно-воскової стиглості [1]. Упродовж років досліджень температура повітря була оптимальною (25–28 °С). Проте вміст клейковини в зерні змінювався залежно від біотичних чинників.

Відомо, що якість зерна злакових культур істотно залежить від кількості реутилізованого азоту вегетативної маси [8]. Очевидно, зі зменшенням маси рослин знижуватиметься показник реутилізованого азоту. Найнижчими були рослини у 2013 р. (91–128 см), оскільки в період інтенсивного росту стебла (III декада квітня – II декада травня) випало лише 20,3 мм опадів. В інші роки висота рослин пшениці спельти була на 10–40 % більшою порівняно з показником 2013 року. Високий вміст клейковини в зерні сортів Зоря України, Schwabenkorn і ліній NAK 22/12, TV 1100 у 2013 р. зумовлений формуванням більшої вегетативної маси. Крім того, ці сорти формували високий вміст клейковини впродовж років досліджень. Вміст клейковини в зерні решти сортів і ліній змінювався залежно від стійкості до вилягання та ураження збудниками бурої листкової іржі та септоріозу.

Таблиця 1

Вміст клейковини в зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Сорт, лінія	Рік проведення дослідження				Середнє за чотири роки
	2013	2014	2015	2016	
Зоря України (st)	45,1	47,6	42,2	50,4	46,3
Швецька 1	22,5	25,1	31,6	25,4	26,2
NSS 6/01	30,2	47,2	35,7	42,3	38,9
Schwabekorn	36,7	40,0	43,6	40,2	40,1
LPP 3117	24,3	26,0	30,4	21,4	25,5
LPP 3373	34,8	23,7	35,2	20,6	28,6
LPP 1224	26,7	29,2	38,8	22,5	29,3
LPP 3122/2	28,4	25,9	32,0	34,3	30,2
LPP 1304	25,3	27,2	30,8	39,7	30,8
LPP 3132	30,0	32,0	36,6	25,1	30,9
LPP 1197	30,1	32,8	29,2	35,7	32,0
P 3	32,4	35,7	32,8	42,1	35,8
LPP 1221	39,5	43,5	43,6	44,7	42,8
NAK34/12-2	30,1	34,8	29,2	32,6	31,7
NAK 22/12	37,1	28,0	34,8	40,2	35,0
TV 1100	35,1	43,9	36,8	30,6	36,6
HP <sub>0,5</sub>	1,5	1,7	1,6	1,8	1,6

Для пшениці доброю вважається клейковина, індекс деформації якої становить 45–75 од. п. ВДК, 75–100 – задовільно слабкою і 100–120 од. п. ВДК – незадовільно слабкою. Із 16 сортів і ліній пшениці спельти чотири мали задовільно слабку клейковину, а в решти вона була незадовільно слабкою (табл. 2). Слід відзначити зерно пшениці спельти лінії NAK 34/12–2 з вмістом клейковини 29,2% за індексу деформації 86 од. п. ВДК, що нетипово для пшениці спельти. Результатом цього є рекомбінез у геномі пшениці в результаті її гібридизації з амфіплоїдом (*Tr. durum* / *Ae. tauschii*). Близьким до показника задовільно слабкої клейковини було зерно сорту Швецька 1 (101 од. п. ВДК) і лінії LPP 3132 (101 од. п. ВДК).

Число падання вказує на цілісність крохмалю та активність альфа-амілази. Для пшениці активність альфа-амілази вважають високою за числа падання до 80 с, середньою – 80–150, доброю – 150–250 і низькою – понад 250 с. Визначено, що число падання змінювалося від 379 до 416 с залежно від сорту та лінії, проте активність альфа-амілази низька, а стан крохмалю відмінний. Отже, вуглеводно-амілазний комплекс був оптимальним для хлібопекарського виробництва.

Дуже високий об'єм хліба з пшениці – понад 525 см<sup>3</sup>, 475–525 – високий, 425–475 – середній, 375–425 – низький і ≤ 375 см<sup>3</sup> – дуже низький. Дослідження свідчать, що об'єм хліба істотно змінювався від дуже низького до високого. Висо-

кий об'єм хліба мало зерно сорту Зоря України – 523 см<sup>3</sup> і лінії NAK34/12–2 – 484 см<sup>3</sup>. Середній об'єм хліба мало зерно сорту Швецька 1 – 454 см<sup>3</sup> і лінії LPP 3132 – 460 см<sup>3</sup>. Зерно сорту NSS 6/01 і ліній LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 мало низький об'єм хліба (375–425 см<sup>3</sup>), а в решти ліній об'єм був дуже низьким.

Таблиця 2

Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти  
залежно від сорту та лінії, 2015 рік

Сорт, лінія	Індекс деформації клейковини, од. п. ВДК	Число падання, с	Об'ємний вихід хліба, см <sup>3</sup> /100 г борошна
Зоря України (st)	108	412	523
Швецька 1	101	402	454
Schwabenkorn	111	398	372
NSS 6/01	112	405	384
LPP 3122/2	97	400	374
LPP 3117	99	389	462
P 3	100	408	364
LPP 3132	101	410	460
LPP 3373	107	411	380
LPP 1221	107	416	347
LPP 1224	110	406	318
LPP 1197	111	413	380
LPP 1304	116	394	303
NAK34/12–2	86	379	484
TV 1100	107	414	382
NAK 22/12	110	388	330
НІР <sub>0,5</sub>	5	20	22

Встановлено, що з досліджуваних хлібопекарських показників якості лише індекс деформації клейковини істотно ( $r = -0,57$ ) впливав на об'ємний вихід хліба, що описано рівнянням регресії:

$$Y = -4,8895x + 909,13,$$

де  $Y$  – об'ємний вихід хліба, см<sup>3</sup>/100 г борошна;  $x$  – індекс деформації клейковини, од. п. ВДК (див. рис.).

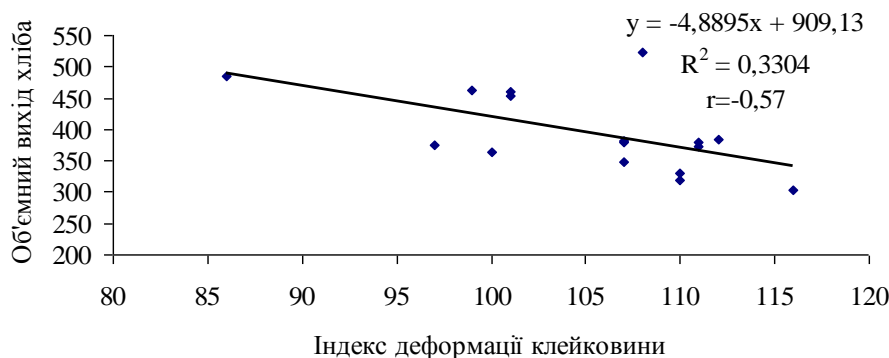


Рис. Кореляційна залежність між об'ємним виходом хліба (см<sup>3</sup>/100 г борошна) та індексом деформації клейковини (од. п. ВДК), 2015 рік.

**Висновки.** Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти істотно змінюються залежно від сорту, лінії та погодних умов. Стабільно високим вмістом клейковини характеризується зерно сортів Зоря України, Schwabenkorn, лінії LPP 1197, NAK34/12-2 і TV 1100. Проте найбільший об'єм хліба отримано з борошна сортів Зоря України, Швецька 1 і ліній NAK 34/12-2, LPP 3132.

#### Бібліографічний список

1. Reynolds M. P. Challenges to international wheat improvement / Reynolds M. P., Hobbs P. R., Braun H. J. // *Aqreecultural Sciens.* – 2007. – № 3. – P. 225–227.
2. Haqel I. Sulfurand baking-quality of br eadmaking wheat / Haqel I. // *Sino-German workshop on Aspect sof Sulfur Nutritionof Plants.* – Shienyang, 2005. – Sonderh 283. – P. 23–26.
3. Ruibal-Mendieta N. L. A comparative analysis of free, bound and total lipid content on spelt and winter wheat wholemeal / Ruibal-Mendieta N. L., Delacroix D. L., Meurens M. // *J. Cereal Sci.* – 2002. – № 35. – P. 337–342.
4. Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample / [Ranhorta G. S., Gerroth J. A., Glaser B. K. et al.] // *Lebensm. Wiss. Technol.* – 1995. – № 28. – P. 118–122.
5. Lacko-Bartošová M. The significanceof spelt wheat cultivated in ecological farming in the Slovak Republic / Lacko-Bartošová M., Rédlová M. // *Proceeding of conference Organic farming.* – Praha : ČZV, 2007. – P. 79–81.
6. Kohajdová Zl. Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality / Kohajdová Zl., Karovičová J. // *Žywność. Nauka. Technologia. Jakość.* – 2007. – № 4(53). – P. 36–45.
7. Kernel, milling and baking quality of spring type spelt and einkorn wheats / [Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. et al.]. // *J. Cereal Sci.* – 1997. – № 26. – P. 363.
8. Abdel-Aal E. S. M. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat / Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. // *Cereal Foods World.* – 1999. – № 44. – P. 480–483.
9. Abdel-Aal E. S. M. Food uses for ancient wheats / Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. // *Cereal Foods World.* – 1998. – № 43. – P. 763–766.
10. Marconi E. Pasta from nontraditional raw materials / Marconi E., Carcea M. // *Cereal Food World.* – 2001. – № 46. – P. 522–530.
11. Ceglinska A. Technological value of a spelt and common wheat hybrid / Ceglinska A. // *Electric J. Polish Agric. Uniersities.* – 2003. – № 6(1). – P. 1–9.

12. Zielinski H. Bioactive compounds in spelt bread / Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A. // Eur.Food Res. Technol. – 2008. – № 226. – P. 537–544.
13. Hrska S. Dedicnost obsahu zakladnych frakci bielkovin y zrne ozimnej pšenice / Hrska S. Brindza J., Fencik R. // Polnohospodarstvo. – 1987. – Vol. 32, № 12. – P. 1055–1065.
14. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat-sunflower-spelt cropping sequence / [Sans F. X., Berner A., Armengot L. et al.] // Weed Research. – 2011. – № 51. – P. 413–421.
15. Chaddock R. E. Exercises in statistical methods / Chaddock R. E. – Houghton, 1952. – 166 p.
16. Основи наукових досліджень в агрономії / [Сщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В.]. – К., 2005. – 286 с.

**Господаренко Г., Полторецкий С., Любич В., Воробйова Н., Улянич І.  
Формування хлібопекарських властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії**

Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти істотно змінюються залежно від сорту, лінії та погодних умов. Стабільно високим вмістом клейковини характеризується зерно сортів Зоря України, Schwabekorn, лінії LPP 1197, NAK34/12–2 і TV 1100. Проте найбільший об'єм хліба отримано з борошна сортів Зоря України, Швецька 1 і ліній NAK 34/12–2, LPP 3132.

**Ключові слова:** пшениця спельта, вміст клейковини, об'єм хліба, число падання.

**Hospodarenko H., Poltoretskyi S., Liubych V., Vorobiova N., Ulyanych I.  
Formation of baking properties of spelt wheat grain depending on the variety and strains**

Baking properties of spelt wheat grain vary considerably depending on the variety, strains and weather conditions. Grains of Zoria Ukrainy and Schwabekorn varieties, LPP 1197, NAK 34/12–2 and TV 1100 strains are characterized by consistently high gluten content. However, the greatest amount of bread is obtained from flour of Zoria Ukrainy and Shvedska 1 varieties, NAK 34/12–2 and LPP 3132 strains.

**Key words:** spelt wheat, gluten content, bread amount, falling number.

**Господаренко Г., Полторецкий С., Любич В., Воробйова Н., Улянич І.  
Формирование хлебопекарных свойств зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии**

Хлебопекарные свойства зерна пшеницы спельты существенно меняются в зависимости от сорта, линии и погодных условий. Стабильно высоким содержанием клейковины характеризуется зерно сортов Зоря Украина, Schwabekorn, линии LPP 1197, NAK 34/12–2 и TV 1100. Однако наибольший объем хлеба получено из муки сортов Зоря Украина, Шведская 1 и линий NAK 34/12–2, LPP 3132.

**Ключевые слова:** пшеница спельта, содержание клейковины, объем хлеба, число падения.

*Стаття надійшла 25.04.2017.*