

## СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ВИДІВ ПШЕНИЦІ (М'ЯКА, СПЕЛЬТА, ШАРОЗЕРНА, ПЕТРОПАВЛОВСЬКОГО) ЗА ХЛІБОПЕКАРСЬКИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗЕРНА

**Н. І. Криштопа, аспірант**

**Р. Л. Богуславський, кандидат біологічних наук**

**Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва**

**В. В. Любич, доктор сільськогосподарських наук**

**Уманський національний університет садівництва**

*Проаналізовано селекційну цінність зерна представників видів пшениць (м'яка, спельта, шарозерна, Петропавловського) за вмістом білка, клейковини, індексом її деформації, якістю хліба. Встановлено, що в зерні пшениці спельти вміст білка змінюється від 15,7 до 27,1 %, вміст клейковини – від 34,5 до 59,7 % з ІДК 85–110 од. ВДК, у зерні пшениці шарозерної відповідно від 15,8 до 22,0 %, від 33,4 до 49,9 % з ІДК 74–100 од. ВДК, у зерні пшениці Петропавловського – від 12,9 до 17,5 %, 28,4 до 38,7 % з ІДК 93–94 од. ВДК. Зерно досліджених видів пшениць має високі хлібопекарські властивості.*

**Ключові слова:** пшениця м'яка, пшениця спельта, пшениця шарозерна, пшениця Петропавловського, білок, клейковина, якість хліба.

**Постановка проблеми.** Пшениця озима є основним продуктом харчування у 43 країнах світу. Зерно містить усі необхідні для харчування складові: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти, мінеральні речовини та ін. Проблема збільшення виробництва продовольчого зерна в Україні вирішується підвищенням урожайності. Проте не менш важливе значення має підвищення якості зерна. Якість зерна не завжди поєднується з високою врожайністю [1, 2]. У зв'язку зі змінами клімату, зростанням потреб населення в кількості та якості готових продуктів пшениці актуальним є розширення її генофонду за рахунок інтрогресії генів від споріднених видів і родів. Зокрема, в сортименті пшениці значна частка сортів несуть генетичний матеріал жита, егілопсу та пирію. Разом з цим, дуже мало використано генетичний потенціал спорідненого гексаплоїдного виду пшениці *Triticum spelta* L. і майже зовсім не використано – *Triticum sphaerococcum* Perciv., *Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch., хоча ці три види належать до одного з пшеницею м'якою генетичного пулу ГФ 1. Тому здійснити інтрогресію максимально легко [3, 4]. Одна з причин полягає в тому, що вони не застосовуються в селекційному процесі – недостатня вивченість хлібопекарських властивостей зерна.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Якість зерна – сукупність властивостей та ознак, які визначають придатність зерна до вживання за

призначенням. Їх розділяють на три основні групи: технологічні показники, до яких належить вологість, колір, запах, смак, засміченість, зараженість, вміст дрібної фракції зерна; борошномельні властивості – склоподібність, натура, маса 1000 зерен, питома маса, вирівняність, зольність, розмелоздатність, типовий склад; хлібопекарські властивості – вміст і якість клейковини, автолітичну активність зерна (число падання), дисперсний склад борошна (розмір часточок), газоутворювальну здатність і фізичні властивості тіста, якість хліба [5].

Кулінарна оцінка хліба залежить від низки хлібопекарських показників, основними з яких є вміст білка, клейковини, її якість, розрідження тіста за показником фаринографа, питома робота деформації тіста за показником альвеографа [6]. На формування якості зерна пшениці впливають ґрунтово-кліматичні умови та елементи агротехнології, проте рівень їхньої детермінації залежить від генетичних особливостей сорту [7, 8]. Хлібопекарські властивості мають полігенну природу. Гени, які визначають хлібопекарські властивості зерна пшениці, локалізовано в хромосомах 1D, 2A, 2B, 2D, 3A, 3B, 3D, 4A, 4B, 4D, 5A, 5B, 5D [9].

Вміст білка та клейковини зазвичай має високий кореляційний зв'язок з якістю хліба [10]. Відомо, що мінімальний вміст білка, за якого борошно здатне формувати тісто, становить 7,5 % [11]. Максимальний вміст білка для сортів пшениці м'якої озимого типу становить 19 % [12, 13]. Проте з борошна низки сортів пшениці за вмісту клейковини понад 40 % не завжди можна отримати хліб високої якості. Відомі випадки високої сили борошна (381 о. а.) за вмісту клейковини 23,0 %. Вважають, що підвищення вмісту білка понад 19 % селекційно-генетичними методами не знижує хлібопекарських властивостей зерна, що сприяє отриманню якісного хліба [14].

**Методика досліджень.** Зерно для досліджень вирощували у Східному Лісостепу України загальноприйнятою для цього регіону агротехнологією пшениці озимої (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, м. Харків). Якість зерна оцінювали в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Використовували зерно зразків пшениці озимої з Національного генбанку рослин України: сортів пшениці спельти Franckenkorn, Kreuzung Dinkel (DEU), Forenza, Rubiota (ITA), Зоря України (UKR), ліній NAK 18-2, NAK 111 (UKR), UA0300278 (TJK) сортів пшениці шарозерної Раджа Гімалаїв (UKR), Шарада, Еремеевна (RUS), ліній ВК 123/17, ВК 124/17, ВК 121/17, ВК 126/17, ВК 122/17 (UKR), пшениці Петропавловського (*Triticum petropavlovskyi* Udacz. et Migusch.) лінії UA0300435 (TUR). Контролем (стандартом) був сорт пшениці м'якої Подолянка.

Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини та її якість – за ДСТУ 21415–1:2005. Індекс стабільності визначали за формулою

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Кулінарне оцінювання хліба з борошна вищого сорту проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб оцінки якості хліба зі спельти» [15]. Середню оцінку в балах визначали як середньоарифметичне значення за всіма показниками, у відсотках – за методом відносних величин J. Azzi (1959), де за 100 % брали найбільше значення кожного показника. Математичне оброблення даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [16].

**Результати досліджень.** Вміст білка у зерні пшениць змінювався у широкому діапазоні – від 15,2 % у зерні пшениці Петропавловського до 26,8 % у спельти Rubiota (табл. 1).

**Табл. 1. Вміст білка в зерні видів пшениць (м'яка, спельта, шарозерна, Петропавловського), %**

Сорт, лінія	Рік		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2016	2017		
Подольнка (st)	14,5	11,7	13,1	1,24
Зоря України	25,8	24,5	25,2	1,05
NAK 18-2	15,7	17,5	16,6	1,11
Kreuzung Dinkel	18,3	15,1	16,7	1,21
NAK 111	18,9	20,0	19,5	1,06
Forenza	20,9	20,2	20,6	1,03
Franckenkorn	20,6	21,8	21,2	1,06
UA0300278, TJK	23,7	22,7	23,2	1,04
Rubiota	27,1	26,5	26,8	1,02
Еремеевна	20,5	17,5	19,0	1,17
Шарада	22,0	21,1	21,6	1,04
Раджа Гімалаїв	22,7	20,9	21,8	1,09
ВК 123/17	16,3	15,8	16,1	1,03
ВК 124/17	17,3	16,4	16,9	1,05
ВК 121/17	19,1	19,6	19,4	1,03
ВК 126/17	20,5	20,9	20,7	1,02
ВК 122/17	20,9	20,5	20,7	1,02
<i>Triticum petropavlovskyi</i>	17,5	12,9	15,2	1,36
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,9	1,1	–	–

Всі досліджувані сорти і лінії пшениці (спельта, шарозерна, Петропавловського) за вмістом білка перевищували сорт-стандарт. У зерні пшениці спельти вміст білка був в 1,3–2,1 рази, пшениці шарозерної – в 1,2–1,7, а пшениці Петропавловського – в 1,2 рази вищий порівняно з сортом Подольнка (st). Цей показник за роки проведення досліджень істотно змінювався в зерні сорту пшениці м'якої Подольнка, пшениці спельти Kreuzung Dinkel, пшениці шарозерної сорту Еремеевна та пшениці

Петропавловського, оскільки індекс стабільності був 1,17–1,36. Вміст білка в зерні решти сортів і ліній пшениці змінювався менше, а індекс стабільності становив 1,02–1,09.

Подібно до вмісту білка змінювався вміст клейковини у зерні пшениць (табл. 2). Високий її вміст мало зерно сортів пшениці спельти Franckenkorn, Kreuzung Dinkel і Зоря України – 51,2–59,1 % або більше в 1,8–2,0 рази порівняно з сортом-стандартом. У зерні решти досліджених зразків спельти вміст клейковини був 36,5–46,7 % або більше в 1,3–1,6 рази. У зерні пшениці шарозерної цей показник був істотно вищий порівняно з сортом Подолянка і становив 35,4–48,0 %, проте не перевищував показника кращих сортів пшениці спельти. Зерно пшениці Петропавловського мало в 1,2 рази вищий вміст клейковини зі змінами за роки досліджень від 28,4 до 38,7 %.

**Табл. 2. Вміст клейковини у зерні видів пшениць (м'яка, спельта, шарозерна, Петропавловського), %**

Сорт, лінія	Рік		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2016	2017		
Подолянка (st)	31,9	25,8	28,9	1,24
Зоря України	52,4	50,0	51,2	1,05
НАК 18-2	34,5	38,4	36,5	1,11
Forenza	40,5	33,2	36,9	1,03
НАК 111	41,9	44,0	43,0	1,06
Rubiota	46,2	44,4	45,3	1,02
UA0300278, TJK	45,3	48,0	46,7	1,04
Kreuzung Dinkel	56,6	54,0	55,3	1,21
Franckenkorn	59,7	58,4	59,1	1,06
Еремеевна	45,3	38,4	41,9	1,17
Шарада	48,5	46,8	47,7	1,04
Раджа Гімалаїв	49,9	46,0	48,0	1,09
ВК 123/17	35,9	34,9	35,4	1,03
ВК 124/17	38,2	33,4	35,8	1,05
ВК 121/17	42,1	43,3	42,7	1,03
ВК 122/17	46,0	45,3	45,7	1,02
ВК 126/17	45,4	46,1	45,8	1,02
<i>Triticum petropavlovskyi</i>	38,7	28,4	33,6	1,36
<i>НІР<sub>05</sub></i>	2,2	2,5	–	–

Індекс деформації клейковини (ІДК) пшениць змінювався від 69 до 109 од. ВДК і залежав від селекційно-генетичних особливостей сорту та лінії (табл. 3). Клейковина зерна п'яти сортів і ліній пшениці спельти була задовільно слабкою (ІДК 86–102 од. ВДК), а в решти сортів – незадовільно слабкою (ІДК 105–109 од. ВДК). Клейковина п'яти сортів і ліній пшениці шарозерної була доброю, оскільки ІДК становив 69–77 од. ВДК, а в решти

досліджуваних зразків – задовільно слабкою (ІДК 81–99 од. ВДК). ІДК пшениці Петропавловського був на рівні сорту-стандарту, який відповідав задовільно слабкій якості.

**Табл. 3. Індекс деформації клейковини зерна видів пшениць (м'яка, спельта, шарозерна, Петропавловського), од. п.**

Сорт, лінія	Рік		Середнє за два роки
	2016	2017	
Подольанка (st)	95	97	96
Зоря України	110	108	109
Kreuzung Dinkel	87	85	86
NAK 18-2	96	98	97
Forenza	99	97	98
NAK 111	97	99	98
Rubiota	102	101	102
Franckenkorn	104	105	105
UA0300278, ТJK	107	106	107
Раджа Гімалаїв	75	74	75
Еремеевна	87	85	86
Шарада	100	98	99
ВК 124/17	70	68	69
ВК 126/17	72	73	73
ВК 123/17	74	73	74
ВК 121/17	76	78	77
ВК 122/17	80	81	81
<i>Triticum petropavlovskyi</i>	93	94	94
<i>HIP<sub>05</sub></i>	5	5	–

Об'єм хліба зі 100 г борошна вищого сорту найбільше залежав від селекційно-генетичних особливостей сорту та лінії пшениць (табл. 4). Найбільший об'єм хліба отримано з борошна зерна сортів пшениці м'якої Подольанка та пшениці спельти UA0300278 (ТJK), Rubiota і Зоря України – 491–511 см<sup>3</sup>. У решти сортів і ліній пшениці спельти він становив 394–470 см<sup>3</sup> або менше на 8–23 % порівняно з сортом-стандартом. Об'єм хліба сортів і ліній пшениці шарозерної становив 391–479 см<sup>3</sup> або менше на 6–23 % порівняно з пшеницею м'якою. Підвищення вмісту білка в зерні пшениці м'якої та пшениці Петропавловського збільшувало об'єм хліба, оскільки між ними встановлено дуже високий кореляційний зв'язок ( $r = 0,97 \pm 0,001$ ). Завдяки формуванню високого вмісту білка в зерні решти зразків пшениць об'єм хліба істотно не змінювався за роками досліджень. Очевидно, що він залежить від інших біохімічних показників якості зерна. Найвищу оцінку об'єму хліба отримано із зерна сортів пшениці м'якої Подольанка, пшениці спельти UA0300278 (ТJK), Rubiota, Зоря України і пшениці Петропавловського – 7,0–7,4 бала. Оцінка об'єму хліба решти досліджуваних зразків була 3,8–5,4 бала. Найвищу загальну оцінку хліба отримано з борошна сорту пшениці м'якої Подольанка – 8,6 бала

(табл. 5). Цей показник у решти досліджуваних зразків пшениць був високим – 7,0–7,4 бала або 78–82 % від максимального рівня.

**Табл. 4. Об'єм хліба з борошна вищого сорту зерна видів пшениць (м'яка, спельта, шарозерна, Петропавловського), см<sup>3</sup>**

Сорт, лінія	Рік		Середнє за два роки	Об'єм хліба, бал
	2016	2017		
Подольанка (st)	526	495	511	7,4
Зоря України	495	486	491	7,2
НАК 111	405	382	394	3,8
НАК 18-2	400	413	407	5,0
Forenza	418	413	416	5,2
Kreuzung Dinkel	432	430	431	5,4
Franckenkorn	472	468	470	5,8
Rubiota	497	501	499	7,2
UA0300278, ТJK	502	497	500	7,2
Раджа Гімалаїв	404	391	398	3,8
Шарада	409	418	414	5,0
Еремеевна	411	402	407	5,0
ВК 121/17	397	384	391	3,8
ВК 126/17	407	391	399	3,8
ВК 122/17	420	422	421	5,2
ВК 124/17	432	438	435	5,4
ВК 123/17	441	445	443	5,4
<i>Triticum petropavlovskyi</i>	530	428	479	7,0
<i>HIP<sub>05</sub></i>	20	22	–	0,3

Поверхня скоринки хліба з борошна пшениці спельти і пшениці шарозерної була бездоганно гладенька, без пухирців, тріщин і підривів, м'якуш дуже м'який, смак сильно виражений з рівномірним розміщенням пор (9 бала). Колір скоринки був золотистий (7 бала), глянець займав 50–75 % поверхні хліба (3–5 бала), колір м'якуша світлий з світло-жовтим відтінком (5 бала), аромат сильно виражений та виражений (7–9 бала), пори дрібні тонкостінні та середні товстостінні (5 бала), консистенція м'якуша досить ніжна (7 бала). Загальна оцінка хліба пшениці Петропавловського була меншою на 19 % порівняно з сортом-стандартом завдяки нижчого значення величин глянцевої поверхні (3 бала).

**Табл. 5. Кулінарна оцінка хліба з борошна вищого сорту різних сортів і ліній, 2016–2017 рр.**

Сорт, лінія	Поверхня хліба, бал			Показники якості м'якуша, бал							Загальна оцінка	
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення	Консистенція		
Подільська (st)	9	9	7	9	9	9	9	7	9	9	8,6	96
Зоря України	7	9	5	5	9	7	9	5	9	7	7,2	80
UA0300278, ТJK	7	9	5	5	9	7	9	5	9	7	7,2	80
Rubiota	7	9	5	5	9	7	9	5	9	7	7,2	80
Kreuzung Dinkel	7	9	3	5	9	9	9	5	9	7	7,2	80
NAK 18-2	7	9	5	5	9	7	9	5	9	7	7,2	80
Franckenkorn	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
NAK 111	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
Forenza	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
Шарада	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
Еремеевна	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
Раджа Гімалаїв	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
ВК 121/17	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
ВК 126/17	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
ВК 122/17	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
ВК 123/17	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
ВК 124/17	7	9	5	5	9	9	9	5	9	7	7,4	82
<i>Triticum petropavlovskyi</i>	7	9	3	5	9	7	9	5	9	7	7,0	78

**Висновки.** Досліджені сорти і лінії пшениці (спельта, шарозерна, Петропавловського) є донорами високого вмісту білка та клейковини. Зерно сортів пшениці спельти Forenza, Franckenkorn, ТJK, Rubiota та пшениці шарозерної Шарада, Раджа Гімалаїв, ліній ВК 126/17 і ВК 122/17 має високий вміст білка (20,6–26,8 %), вміст клейковини (36,9–59,1 %) з високою якістю хліба (7,2–7,4 бала), тому їх доцільно використовувати у селекції пшениці м'якої для створення високобілкових сортів.

### Література

1. Tomic J., Torbica A., Popovic L., Hristov N., Nikolovski B. Wheat

breadmaking properties in dependance on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chem.* 2016. Vol. 199. P. 565–572.

2. Любич В.В. Технологічні властивості зерна спельтоподібних гібридів F<sub>3-5</sub>, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №4. Режим доступу до журналу: [http://nd.nubip.edu.ua/2013\\_4/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html).

3. Любич В.В. Вміст білка в зерні спельтоїдних гібридів F<sub>3-5</sub>, одержаних від схрещування *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. // Електронне наукове видання: Наукові доповіді НУБіП. Київ. 2013. №3. Режим доступу до журналу: [http://nd.nubip.edu.ua/2013\\_3/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html).

4. Черенков А. В., Шевченко М. С., Романенко О. Л., Бондаренко А. С. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. Дніпропетровськ.* 2009. № 37. С. 8–12.

5. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД. 2005. 512 с.

6. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, Ф. М. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухомуд. За заг. ред. Г. М. Господаренка. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.

7. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив // *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ.* №2. 2017. С. 35–41.

8. Arufe S., Chiron H., Dore J., Savary-Auzeloux I., Saulnier L., Della Valle G. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends. *Food Res Int.* 2017. Vol. 97. P. 123–132.

9. Павлюк Н. Т., Шевченко В. Е. Селекционно-генетические основы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и тритикале в центрально-черноземной зоне. Воронеж: ВГУ, 1988. 192 с.

10. Peressini D., Braunstein D., Page J. H., Strybulevych A., Lagazio C., Scanlon M. G. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 2366–2374.

11. Adams V., Ragaee S., Abdel-Aal E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 191–198.

12. Сухомуд О.Г., Любич В. В., Возіян В. В. Якість зерна сортів пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* Київ. 2013. Вип. 17. С. 309–311.

13. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС.* Умань. 2018. Вип. 92. С. 64–76.

14. Патица В. П., Карпенко В. П., Любич В. В. Азотовмісні сполуки у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник аграрної науки.* 2018. № 8.



C. 17–23.

15. Пат. 110269 Україна МПК. Спосіб оцінки якості хліба зі спельти / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В.; заявник і власник Уманський національний університет садівництва. – № у 2015 12030; заявл. 04.12.2015; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

16. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ, 2005. 286 с.

### References:

1. Tomic, J., Torbica, A., Popovic, L., Hristov, N., Nikolovski, B. Wheat breadmaking properties in dependence on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chem*, 2016, no. 199, pp. 565–572 (in English).

2. Liubych, V.V. Technological properties of grain of sparse F3–5 hybrids obtained from crossing *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Electronic scientific publication: Scientific reports of NUBiP*, 2013, no. 4, Log access mode: [http://nd.nubip.edu.ua/2013\\_4/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2013_4/index.html) (in Ukrainian).

3. Liubych, V.V. The content of protein in the grains of the sparring F3-5 hybrids obtained from crossing *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. *Electronic scientific publication: Scientific reports of NUBiP*, 2013, no. 3, Log Access Mode: [http://nd.nubip.edu.ua/2013\\_3/index.html](http://nd.nubip.edu.ua/2013_3/index.html) (in Ukrainian).

4. Cherenkov, A.V., Shevchenko, M.S., Romanenko, O.L., Bondarenko, A.S. Quality of winter wheat grain in the south of Ukraine and ways of its increase. *Bulletin of the Institute of Grain State Extensions*, 2009, no. 37, pp. 8–12 (in Ukrainian).

5. Kazakov, E.D., Karpilenko, G.P. (2005). *Biochemistry of Grain and Bread Products*. St. Petersburg: GIORD, 512 p. (in Russian).

6. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 2016, 312 p. (in Ukrainian).

7. Liubych, V. V. (2017). Bread properties of grain of wheat varieties of winter depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizer application. *Bulletin of Dnipropetrovs'k State Technical University*, 2017, no. 2, pp. 35–41 (in Ukrainian).

8. Arufe, S., Chiron, H., Dore, J., Savary-Auzeloux, I., Saulnier, L., Della Valle, G. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends. *Food Res Int*, 2017, no. 97, pp. 123–132. (in English).

9. Pavliuk, N.T., Shevchenko, V.E. (1988) Selective genetic fundamentals for increasing yield and quality of winter wheat and triticale grain in the central black chernozem area. *Voronezh*, 1988, 192 p. (in Russian).

10. Peressini, D., Braunstein, D., Page, J.H., Strybulevych, A., Lagazio, C., Scanlon, M.G. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation. *J Sci Food Agric*, 2017, no. 97, pp. 2366–2374 (in English).

11. Adams, V., Ragaei, S., Abdel-Aal, E.M. Rheological properties and bread

quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric*, 2017, no. 97, pp. 191–198 (in English).

12. Sukhomud, O.G., Lyubich, V.V., Voziian, V.V. The quality of grain of wheat varieties of winter wheat of different ecological and geographical origin. *Scientific papers of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet*, 2013, no. 17, pp. 309–311 (in Ukrainian).

13. Liubych, V.V. Quality features of bread made of different flour of wheat varieties and strains. *Collection of Uman Nursing*, 2018, no. 92, pp. 64–76 (in Ukrainian).

14. Patyka, V.F., Karpenko, V.P., Liubych, V.V. Nitrogen-containing compounds in the grain of different spelt wheat varieties and strains. *Bulletin of Agrarian Science*, 2018, no. 8, pp. 17–23 (in Ukrainian).

15. Pat. 110269 Ukraine. A method for assessing the quality of bread from spelt. Hospodarenko, G.M., Lyubich, V.V., Polyanetska, I.A., Voziian, V.V. № u 2015 12030, 2016, Byul. no. 19 (in Ukrainian).

16. Eshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. et al. (2005). *Basic scientific research in agronomy*. Kyiv: Diya, 2005, 286 p. (in Ukrainian).

#### Аннотация

**Криштопа Н. В., Богуславский Р. Л., Любич В. В.**

**Селекционная ценность видов пшеницы (мягкая, спельта, шарозерная, Петропавловского) по хлебопекарным качествам зерна**

Проанализирована селекционная ценность зерна представителей видов пшеницы (мягкая, спельта, шарозерная, Петропавловского) по содержанию белка, клейковины, индексу ее деформации, качеству хлеба. Содержание белка в зерне пшеницы менялось в широком диапазоне: от 15,2 % в зерне пшеницы Петропавловского до 26,8 % у сорта спельты Rubiota. Все исследованные сорта и линии пшеницы (спельта, шарозерная, Петропавловского) по содержанию белка превышали сорт-стандарт пшеницы мягкой Подольянка. В зерне пшеницы спельты содержание белка было в 1,3–2,1 раза, в пшенице шарозерной – в 1,2–1,7, а в пшенице Петропавловского – в 1,2 раза выше по сравнению с сортом Подольянка (st). Этот показатель существенно изменялся за годы проведения исследований в зерне сорта пшеницы мягкой Подольянка, пшеницы спельты Kreuzung Dinkel, пшеницы шарозерной сорта Еремеевна и пшеницы Петропавловского, поскольку индекс стабильности был 1,17–1,36. Содержание белка в зерне остальных сортов и линий пшеницы менялось меньше, а индекс стабильности составлял 1,02–1,09.

Подобно содержанию белка изменялось содержание клейковины в зерне пшеницы. Индекс деформации клейковины (ИДК) пшеницы изменялся от 69 до 109 ед. ИДК и зависел от селекционно-генетических особенностей сорта и линии.

Объем хлеба из 100 г муки высшего сорта больше зависела от селекционно-генетических особенностей сорта или линии пшеницы. Наибольший объем хлеба получен из муки зерна сортов пшеницы мягкой Подольянка и пшеницы спельты UA0300278 (ТЖК), Rubiota, Заря Украины – 491–511 см<sup>3</sup>. У остальных сортов и линий пшеницы спельты он составлял 394–470 см<sup>3</sup> или меньше на 8–23% по сравнению с сортом-стандартом. Объем хлеба сортов и линий пшеницы шарозерной составлял 391–479 см<sup>3</sup>, или меньше на 6–23% по сравнению с пшеницей мягкой. Повышение содержания белка в зерне пшеницы мягкой и пшеницы Петропавловского увеличивало объем хлеба, поскольку между ними установлена очень высокая корреляционная связь ( $r = 0,97 \pm 0,001$ ).

Самая высокая общая оценка получена для хлеба из муки сорта пшеницы мягкой Подольянка – 8,6 балла. Этот показатель у остальных исследуемых образцов пшеницы был

высоким – 7,0–7,4 балла или 78–82% от максимального уровня. Поверхность корочки хлеба из муки пшеницы спельты и пшеницы шарозерной была безупречно гладкая, без пузырьков, трещин и подрывов, мякоть очень мягкая с равномерным размещением пор, вкус сильно выражен (9 балла). Цвет корочки был золотистый (7 баллов), глянец занимал 50–75% поверхности хлеба (3–5 баллов), цвет мякоти светлый со светло-желтым оттенком (5 баллов), аромат сильно выраженный и выраженный (7–9 баллов), поры мелкие тонкостенные и средние толстостенные (5 балла), консистенция мякиша довольно нежная (7 баллов). Общая оценка хлеба пшеницы Петропавловского была ниже на 19% по сравнению с сортом-стандартом благодаря низшему значению величины глянцевого поверхности (3 балла).

**Ключевые слова:** пшеница мягкая, пшеница спельта, пшеница шарозерная, пшеница Петропавловского, белок, клейковина, качество хлеба.

#### *Annotation*

**Kryshchyna N. V., Boguslavskiy R. L., Liubych V. V.**

***The selection value of wheat species (soft, spelt, short-grain, Petropavlovskiy) according to the baking qualities of grain***

*The selection value of the grain representatives of wheat species (soft, spelt, short-grain wheat, Petropavlovskiy) according to protein content, gluten, its deformation index, quality of bread. The protein content in the short-grain wheat varied wide-ranging: from 15.2% in the wheat grain of Petropavlovskiy to 26.8% in Rubiota spelt variety. All the studied varieties and lines of wheat (spelt, short-grain wheat, Petropavlovskiy) according to the protein content exceeded the standard grade of Podolianka soft wheat. In the spelt wheat, the protein content was 1.3–2.1 times, in the short-grain wheat – 1.2–1.7, and in the Petropavlovskiy wheat, was 1.2 times higher than the Podolianka (st) variety. This indicator has significantly changed over the years of research in Podolianka soft wheat grain; Kreuzung Dinkel spelt wheat, Yeremeyevna short-grain wheat variety and Petropavlovskiy wheat, since the stability index was 1.17–1.36. The protein content in the grain of the remaining varieties and wheat lines varied less, and the stability index was 1.02–1.09.*

*Similar to the protein content, the gluten content in the short-grain wheat changed. The gluten deformation index (GDI) of wheat varied from 69 to 109 units of GDI and depended on the selection and genetic characteristics of the variety and line.*

*The volume of bread from 100 g of top-grade flour depended more on the selection and genetic characteristics of the variety or wheat line. The largest volume of bread was obtained from flour of wheat varieties of Podolianka soft wheat and spelt wheat UA0300278 (TJK), Rubiota, Zoria of Ukraine – 491–511 cm<sup>3</sup>. In the other varieties and spelt wheat lines, it was 394–470 cm<sup>3</sup> or less by 8–23% compared with the standard variety. The volume of bread of varieties and lines of short-grain wheat was 391–479 cm<sup>3</sup>, or 6–23% less than of the soft wheat. An increase in the protein content in the soft wheat grain and in Petropavlovskiy increased the volume of bread, since a very high correlation relationship was established between them ( $r = 0.97 \pm 0.001$ ).*

*The highest overall assessment was obtained for bread made from flour of Podolianka soft wheat variety – 8.6 points. This indicator for the remaining studied wheat samples was high – 7.0–7.4 points or 78–82% of the maximum level. The surface of the crust of spelt wheat bread and short-grain wheat was perfectly smooth, without bubbles, cracks and blowing ups, the flesh is very soft with uniform pore placement, and the taste is strongly pronounced (9 points). The color of the crust was golden (7 points), the gloss was 50–75% of the bread surface (3–5 points), the color of the flesh was light with a light yellow shade (5 points), the flavour was strongly pronounced (7–9 points), the pores were small thin-walled and medium thick-walled (5 points), the crumb consistency was quite delicate (7 points). The overall assessment of the bread of Petropavlovskiy wheat was lower by 19% compared with the standard variety due to the lower value of the glossy surface (3 points).*

**Key words:** soft wheat, spelt wheat, short-grain wheat, Petropavlovskiy wheat, protein, gluten, bread quality.