

УДК 514:633.11

ГОСПОДАРЕНКО Г. М., д-р с.-г. наук

ЛЮБИЧ В. В., ПОЛЯНЕЦЬКА І. О., кандидати с.-г. наук

НОВІКОВ В. В., канд. техн. наук

Уманський національний університет садівництва

**ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗЕРНІВОК ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ
ЗАЛЕЖНО ВІД ПОХОДЖЕННЯ СОРТУ ТА ЛІНІЇ**

Висвітлено результати вивчення лінійних розмірів, глибини, ширини петлі борозенки, крупності й вирівняності зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії. Показано, що для зерна пшениці спельти властивий великий діапазон лінійних розмірів зернівок: довжина – від 6,8 до 8,1 мм, ширина – від 2,3 до 3,3, товщина – від 2,4 до 3,1 мм. Найпоширеніша видовжена форма зернівок. З'ясовано, що зерно сорту Швецька 1 і лінії Р 3 має найменшу глибину та ширину петлі борозенки. За вмістом крупної фракції зерна найкращі лінії LPP 1197 (62,1 %), LPP 3132 (65,6 %) і LPP 1221 (75,2 %).

Ключові слова: пшениця спельта, лінійні розміри, крупність, вирівняність, борозенка.

Постановка проблеми. Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) є одним із найдавніших видів роду *Triticum*, посіви якої тривалий час домінували на полях. На основі стародавньої спельти були виведені всі сучасні високоврожайні сорти пшениці з високим потенціалом урожайності, толерантні до збудників хвороб і екстремальних погодних умов. Нині підвищена увага до спельти в багатьох країнах Європи пов'язана з низкою причин, серед яких основними є придатність для маловитратного органічного землеробства, а також харчові й технологічні якості, що дозволяють замінити традиційно домінуючу пшеницю м'яку. Так, для спельти характерним є підвищений вміст білка в зерні – до 21–25 %, який за своїм складом дещо відрізняється від пшениці м'якої [1–4].

Основною сировиною для виробництва борошна є зерно пшениці. Від його форми і лінійних розмірів залежить вибір схеми сепарування, характеристика робочих органів сепараторів і подрібнювальних машин. Форма зерна впливає на щільність укладання зернової маси. Об'єм і форма зерна пов'язані з вмістом ендосперму [5]. Для зерна нових сортів пшениці спельти відсутні дані щодо геометричної характеристики, що визначає актуальність роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено [6], що зернівки пшениці спельти можуть мати довжину до $8,3 \pm 0,2$ мм, ширину $3,3 \pm 0,1$ мм, товщину – до 3,0 мм, тоді як у сортів пшениці м'якої довжина змінюється від 6,3 до 7,7 мм, ширина – від 3,5 до 3,6, товщина – від 3,0 до 3,2 мм. Із розміром зернівки пов'язаний показник сферичності. Збільшення ширини і товщини підвищує сферичність, внаслідок чого зменшується зовнішня поверхня, вміст оболонки і алеїроновий шар [7].

Із лінійними розмірами (ширина та товщина) пов'язана крупність зерна, яка визначає вихід готового продукту. Дослідженнями Г. А. Єгорова [8] встановлено, що вміст ендосперму в крупній фракції вищій (83,5 %), порівняно з дрібною (72,5 %). Зменшення крупності зерна істотно знижує вихід цілого ядра внаслідок збільшення кількості оболонки. Доведено, що крупність зерна впливає на тривалість варіння каші. Так, цей показник у крупній фракції становив 27 хв, дрібної – 22 хв, а коефіцієнт розварювання знижувався відповідно з 3,1 до 2,6 [9].

Дослідження О. П. Герасимчук [10] свідчать, що крупність зерна змінюється залежно від сорту пшениці м'якої. Так, для сорту Артеміда вміст крупного зерна становив 42,2 %, а в сорту Комплімент – 63,5 %. Проведений аналіз наукової літератури стосується переважно пшениці м'якої, зернівки якої істотно відрізняються від пшениці спельти.

Метою дослідження було вивчення лінійних розмірів, глибини, ширини петлі борозенки, крупності та вирівняності зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії.

Матеріал і методика дослідження. Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Використовували зерно сортів пшениці спельти селекції країн Європи – Schwabekorn (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, Р 3, LPP 3132, LPP 3373,

LPP 1221, лінії NAK 34/12–2 і NAK 22/12, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / амфіплоїд (*Tr. durum* / *Ae. tauschii*) та лінія TV 1100, отримана гібридизацією *Tr. aestivum* (сорт Харківська 26) / *Tr. kiharae*, з доборою озимої форми, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (стандартом) був районований сорт пшениці спельти Зоря України (st). Лінійні розміри та параметри борозенки визначали за методикою описаною Г. А. Єгоровим [8]. Для сепарації використовували сита з пробивними отворами розмірами: 3,2×20, 3,0×20, 2,8×20, 2,6×20, 2,4×20, 2,2×20, 2,0×20. Математичну обробку даних проводили методом однофакторного дисперсійного аналізу [11].

Основні результати дослідження. Геометрична характеристика сортів і ліній зерна пшениці спельти детально не вивчена. За даними проведених досліджень зерно пшениці спельти сформовано з більшими лінійними розмірами (табл. 1). Найдовшими були зернівки сорту Зоря України – 8,1 мм із мінливістю від 7,8 до 8,4 мм (V=2 %) і NSS 6/01 – 8,0 мм. Довжина зернівок решти сортів і ліній була істотно меншою порівняно з контролем (сорт Зоря України). Найкоротшими були зернівки сорту Швецька 1 – 6,0 мм із мінливістю від 5,0 до 7,0 мм (V=11 %). Довжина зернівок ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum/Tr. spelta*, змінювалась від 5,9 до 7,8 мм. Найдовшими були зернівки ліній LPP 3373 – 7,8 і LPP 1224 – 7,5 мм, проте на 4–7 % менше порівняно з контролем ($HIP_{05}=0,4$). Найменшу довжину зернівок (на 27 %) мала лінія Р 3 – 5,9 мм із мінливістю від 5,5 до 6,0 мм (V=4 %). Довжина зернівок ліній, отриманих гібридизацією *Tr. aestivum/амфіплоїд (Tr. durum/Ae. tauschii)* і *Tr. kiharae*, змінювалась від 6,8 до 7,2 мм. Коефіцієнт варіювання довжини зернівки сортів і ліній пшениці спельти був незначним (V=2–9 %), крім сорту Швецька 1.

Відомо [12], що дуже довгою вважається зернівка, яка має довжину ≥ 9 мм, довгою – 8–9, середньою – 6–8, короткою – 5–6 і дуже короткою – ≤ 5 мм. Встановлено, що рослини сортів Зоря України і NSS 6/01 формували довгу зернівку, коротку – лінія Р 3, а зерно решти ліній формувало середню за довжиною зернівку.

Ширина зернівок пшениці спельти сорту Зоря України в середньому становила 2,3 мм з коефіцієнтом варіювання 5 %. У сорту Швецька 1 і досліджуваних ліній ці значення були істотно вищими порівняно зі стандартом і знаходилися в межах 2,4–3,3 мм, варіювання яких змінювалось від 3 до 20 %. Найменшу ширину зернівок відмічено у сортів Schwabenkorn і NSS 6/01 – 2,2 і 2,1 мм з мінливістю відповідно 2,0–2,4 і 2,0–2,3 мм. У ліній LPP 3373 і TV 1100 досліджуваний показник був на рівні стандарту – 2,3 мм з варіюванням 4 і 16 %.

Таблиця 1 – Лінійні розміри зернівок сортів і ліній пшениці спельти, мм

Сорт, лінія	Довжина (l)			Ширина (a)			Товщина (b)		
	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	lim	V, %
Зоря України (st)	8,1 ± 0,5	7,8–8,4	2	2,3 ± 0,3	2,1–2,5	5	2,7 ± 0,3	2,5–2,9	4
Швецька 1	6,0 ± 1,9	5,0–7,0	11	2,4 ± 0,5	2,0–2,5	7	3,0 ± 0,1	3,0–3,1	1
Schwabenkorn	7,5 ± 0,5	7,2–7,8	2	2,2 ± 0,4	2,0–2,4	6	2,8 ± 0,4	2,6–3,0	5
NSS 6/01	8,0 ± 0,4	7,8–8,2	2	2,1 ± 0,3	2,0–2,3	5	2,5 ± 0,4	2,3–2,7	6
LPP 1197	6,9 ± 1,0	6,0–7,3	5	3,3 ± 1,4	3,0–3,6	15	2,9 ± 1,3	2,0–3,3	17
LPP 3117	7,1 ± 0,8	6,6–7,5	4	2,4 ± 0,5	2,2–2,8	7	2,8 ± 0,5	2,6–3,0	6
LPP 1304	7,3 ± 0,9	7,0–7,8	4	2,6 ± 0,6	2,3–3,0	8	3,0 ± 0,7	2,4–3,4	8
LPP 1224	7,5 ± 1,9	6,0–8,0	9	3,1 ± 1,3	2,1–3,9	15	2,8 ± 1,2	2,0–3,1	15
LPP 3122/2	6,9 ± 1,2	6,4–7,7	6	2,5 ± 1,0	2,0–3,0	14	2,7 ± 1,0	2,2–3,0	13
Р 3	5,9 ± 0,6	5,5–6,0	4	2,9 ± 1,4	2,6–3,6	17	3,1 ± 0,9	3,0–3,3	10
LPP 3132	6,8 ± 0,7	6,4–7,1	4	2,5 ± 0,2	2,4–2,6	3	2,9 ± 0,3	2,7–3,0	4
LPP 3373	7,8 ± 1,8	7,0–9,0	8	2,3 ± 0,3	2,2–2,4	4	2,6 ± 1,5	2,0–3,0	20
LPP 1221	6,9 ± 1,1	6,0–7,4	6	3,2 ± 0,6	3,0–3,6	7	3,1 ± 0,3	3,0–3,3	4
NAK34/12–2	6,8 ± 1,8	6,0–8,0	9	2,5 ± 0,4	2,2–2,6	5	3,0 ± 0,1	3,0–3,1	1
NAK 22/12	7,2 ± 1,8	6,0–8,0	9	2,9 ± 1,6	2,0–3,1	20	3,0 ± 0,1	3,0–3,1	1
TV 1100	7,2 ± 1,1	6,5–7,8	6	2,3 ± 1,0	2,0–3,0	16	2,4 ± 0,8	2,0–2,8	12
<i>HIP</i> ₀₅	0,4	–	–	0,1	–	–	0,1	–	–





Відомо [12], що до дуже широких відносять зернівки, які мають ширину > 2,0 мм, середніх – 1,2–2,0, вузьких – < 1,2 мм. Зернівки сортів і ліній пшениці спельти були дуже широкими.

Найбільшу товщину мали зернівки сорту Швецька 1 – 3,0 мм з мінливістю від 3,0 до 3,1 мм (V=1 %), а найменшу в сорту NSS 6/01 – 2,5 мм з мінливістю від 2,3 до 2,7 мм (V=6 %). Товщина

зернівок ліній пшениці спельти змінювалась від 2,4 до 3,1 мм. Із 12 ліній товщина зернівок у шести змінювалась у ширшому діапазоні, оскільки коефіцієнт варіювання був середнім ($V=10-20\%$). Найменше товщина змінювалась у зернівок сорту Швецька 1 і ліній NAK 34/12-2, NAK 22/12 – $V=1\%$.

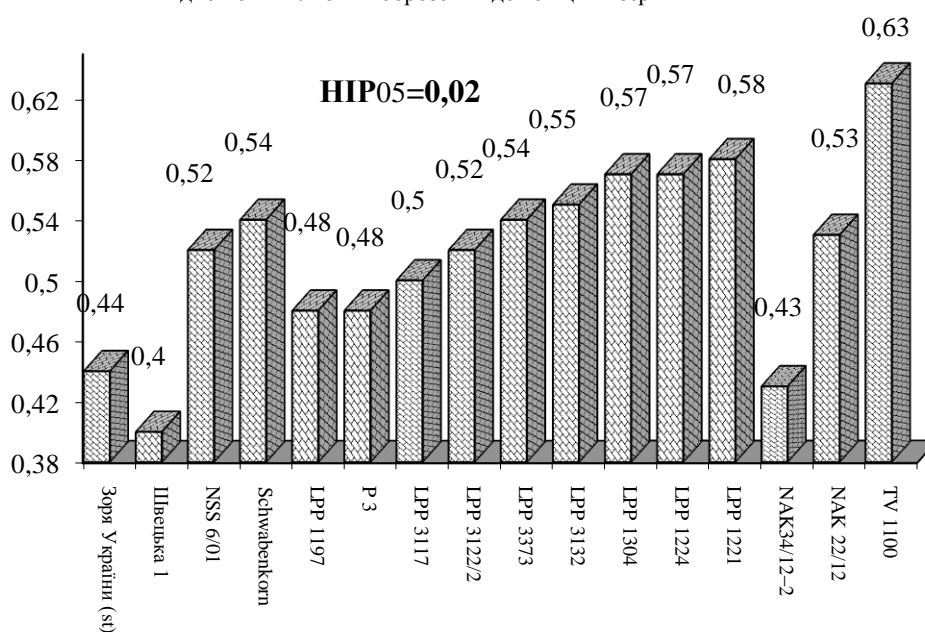
Зернівки досліджуваних сортів і ліній пшениці спельти мали різну форму, проте найпоширенішою була видовжена. Так, напіввидовженої форми були зернівки лінії Р 3, овальної – зернівки сорту Швецької 1, дуже видовжену зернівку мали сорти Зоря України та NSS 6/01, лінії LPP 3373 і TV 1100. Зернівки одного сорту та восьми ліній мали видовжену зернівку.

Таблиця 2 – Форма зернівок сортів і ліній пшениці спельти

Формула	Форма зернівки		Сорт, лінія
$a < l < 2a$ $b < l < 2b$		напіввидовжена	Р3
$l=2a=2b$		овальна	Швецька 1
$2a \leq l \leq 2b$ $2a < l < 3a$ $2b < l < 3b$		видовжена	Schwabenkorn, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117, LPP 1197, LPP 1304, LPP1221, NAK34/12-2, NAK 22/12
$3a \leq l \leq 3b$		дуже видовжена	Зоря України, NSS 6/01, LPP 3373, TV 1100

Наявність борозенки впливає на ведення сортового помелу зерна. Для відокремлення оболонки, що формують внутрішню петлю борозенки, дралий процес проводять у м'якому режимі. Тому, чим менша глибина борозенки та ширина її петлі, тим кращі борошномельні властивості зерна.

Відношення глибини борозенки до товщини зернівки



Відношення ширини петлі борозенки до ширини зернівки

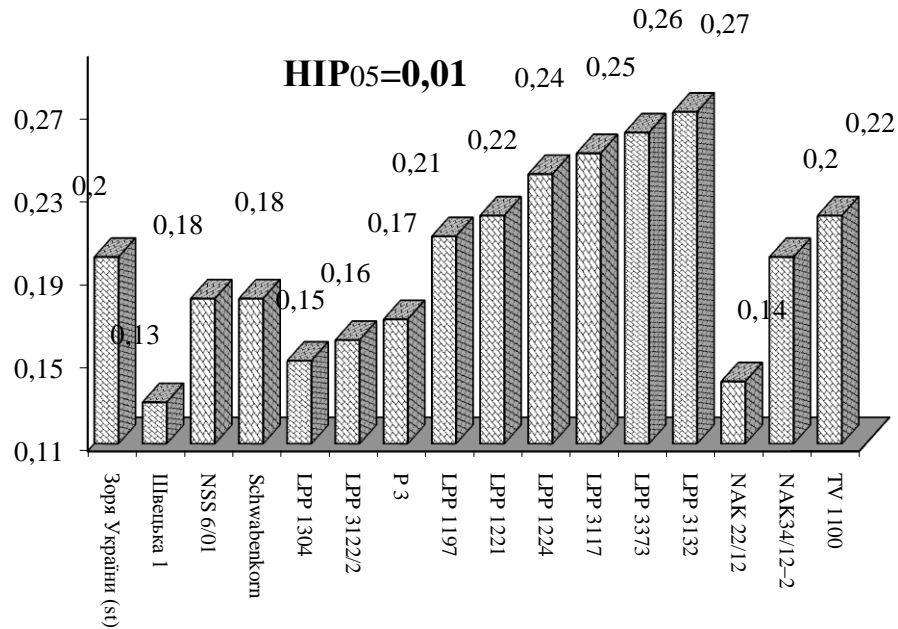


Рис. 1. Відношення глибини до товщини та ширини петлі борозенки до ширини зернівок різних сортів і ліній пшениці спельти.

З'ясовано, що відношення глибини до товщини зернівки пшениці спельти істотно змінювалось залежно від сорту та лінії (рис. 2). Так, у зернівок сорту Швецька 1 – 0,40, що істотно менше порівняно зі стандартом Зоря України (0,44) ($HIP_{05}=0,02$). У зернівок решти сортів відношення змінювалось від 0,52 до 0,54. За цим показником необхідно виділити лінії NAK 34/12–2 – 0,43, LPP 1197 і P 3 – 0,48. Відношення глибини борозенки до товщини зернівки решти ліній змінювалось від 0,50 до 0,63.

Найменше відношення ширини петлі борозенки до ширини було в зернівок сорту Швецька 1 – 0,13, ліній NAK 22/12 – 0,14 і LPP 1304 – 0,15, що дає змогу зробити висновок про менше розвинення петлі борозенки. В зернівок решти досліджуваного матеріалу петля борозенки була більшою. Так, для зернівок сортів пшениці спельти відношення змінювалось від 0,18 до 0,20, а для зернівок ліній – від 0,16 до 0,27.

Крупність зерна пшениці спельти Зоря України становила в межах 2,6–2,8 мм. Такі ж значення були в зерна сорту Schwabenkorn, ліній LPP 3117 і LPP 1224. Вищі показники крупності зерна мали три лінії, отримані гібридизацією *Tr. aestivum* / *Tr. spelta*, значення яких змінювалось у межах 2,8–3,0 мм. Найдрібніше зерно було в сорту Швецька 1 та ліній LPP 3373 і TV 1100, показники яких знаходились у межах 2,2–2,4 мм. У решти ліній крупність зерна становила 2,4–2,6 мм.

Вирівняність зерна в сорту Зоря України становила 65,5 %. Істотно більші показники порівняно зі стандартом були у ліній LPP 1221 і NAK 34/12–2, значення яких перевищували стандарт відповідно на 11,5 і 10,7 %. Вирівняність зерна сортів Швецька 1 і Schwabenkorn та п'яти ліній (LPP 3122/2, P 3, LPP 3117, LPP 1197, NAK 22/12) була істотно нижчою порівняно із сортом Зоря України (st) і змінювалась від 58,5 до 61,8 % ($HIP_{05}=3,2$). У решти ліній цей показник знаходився на рівні 62,5–67,5 %, тобто різниця зі стандартом була неістотною.

Відомо [12], що високою вважають вирівняність за показника > 80 %, середньою – 70–80, низькою – < 70 %. Визначено, що середню вирівняність зерна мала лінія LPP 1221 – 75,2 %, а зерно решти сортів і ліній пшениці спельти мало низьку вирівняність.

Для пшениці фракцію зерна сходом сита з отворами розміром 2,8×20 вважають крупною, 2,2–2,8×20 – середньою, 1,7–2,2×20 – дрібною. Вміст крупної фракції зерна сорту Зоря України становив 42,6 %. У ліній LPP 1197, LPP 3132 і LPP 1221 вміст крупної фракції був найвищим та істотно перевищував стандарт на 44–77 % ($HIP_{05}=1,6$). Вміст крупної фракції зерна у решти сортів і ліній змінювався від 7,5 до 35,9 %, тобто значення було істотно менше показника стандарту.

Таблиця 3 – Крупність та вирівняність зерна різних сортів і ліній пшениці спельти

Сорт, лінія	Крупність, мм	Вирівняність, %	Фракція, %		
			крупна	середня	дрібна
Зоря України (st)	2,6–2,8	65,5	42,6	53,6	3,8
Швецька 1	2,2–2,4	58,5	8,9	77,0	14,1
NSS 6/01	2,4–2,6	62,5	9,6	78,4	12,0
Schwabenkorn	2,6–2,8	60,1	37,5	57,4	5,1
LPP 3373	2,2–2,4	63,3	15,0	69,8	15,2
LPP 1304	2,4–2,6	65,6	21,6	74,3	4,1
LPP 3122/2	2,4–2,6	58,6	10,5	78,0	11,5
P 3	2,4–2,6	57,0	35,7	63,0	1,3
LPP 3117	2,6–2,8	60,6	31,3	52,3	16,4
LPP 1224	2,6–2,8	66,9	35,9	61,8	2,3
LPP 1197	2,8–3,0	61,2	61,2	33,1	5,7
LPP 3132	2,8–3,0	65,6	65,6	31,6	2,8
LPP 1221	2,8–3,0	75,2	75,2	23,3	1,5
TV 1100	2,2–2,4	67,5	7,5	74,0	18,5
NAK34/12–2	2,4–2,6	69,9	19,2	77,9	2,9
NAK 22/12	2,4–2,6	61,8	33,2	65,4	1,4
<i>HIP₀₅</i>	–	3,2	1,6	3,0	0,3

Вміст середньої фракції зерна сорту Зоря України становив 53,6 %. У трьох сортів і восьми ліній значення середньої фракції істотно перевищували стандарт ($HIP_{05}=3,0$) та знаходились в межах 57,4–78,4 %. У лінії LPP 3117 цей показник становив 52,3 %, тобто різниця була неістотна. Значення ліній LPP 1197, LPP 3132 і LPP 1221 змінювалось від 23,3 до 33,1 %, тобто було істотно нижче показника стандарту.

Вміст дрібної фракції зерна був найменшим порівняно з крупною та середньою, проте змінювався залежно від сорту та лінії. У зерна сорту Зоря України вміст дрібної фракції становив лише 3,8 %. Шість ліній (P 3, LPP 1224, LPP 3132, LPP 1221, NAK 34/12–2, NAK 22/12) мали показники, що істотно нижче показника стандарту ($HIP_{05}=0,3$) та змінювались від 1,3 до 2,9 %. Лінії LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 3117 і TV 1100, сорти NSS 6/01 і Швецька 1 мали вищий вміст дрібної фракції зерна – 11,5–18,5 %.

Висновки. Лінійні розміри, показники глибини, ширини петлі борозенки, крупність і вирівняність зерна змінюються залежно від сорту та лінії пшениці спельти. Для зерна пшениці спельти властивий великий діапазон лінійних розмірів зернівок: довжина – від 6,8 до 8,1 мм, ширина – від 2,3 до 3,3, товщина – від 2,4 до 3,1 мм. Найпоширеніша видовжена форма зернівок. З'ясовано, що зерно сорту Швецька 1 і лінії P 3 має найменшу глибину та ширину петлі борозенки. Вирівняність зерна сортів і ліній була низькою (58,5–69,9 %), крім зерна лінії LPP 1221 (75,2 %). За вмістом крупної фракції зерна найкращі лінії LPP 1197 (62,1 %), LPP 3132 (65,6 %) і LPP 1221 (75,2 %).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогрив, В. В. Любич та ін. За заг. ред. Г. М. Господаренка. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. – 312 с.
2. Abdel-Aal, E. S. M. Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat / E. S. M. Abdel-Aal, P. Hucl, F. W. Sosulski // Cereal Foods World. – 1999. – № 44. – P. 480–483.
3. Schober, T. J. Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) cultivars: Archeological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study / T. J. Schober, S. R. Bean, M. Kuhn // Cereal Sci. – 2006. – № 44. – P. 161–173.
4. Ocena wartości przemysłowej ziarna orkiszu / Warechowska M., Warechowski J., Tyburski J., Siemianowska E. // Ogólnopolska Konf. pt.: Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum ssp. spelta*) w warunkach zmian klimatu. – 2011. – P. 45–46.
5. Тоболова Г. В. Геометрическая характеристика зерна тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. в условиях северной Лесостепи Тюменской области / Г. В. Тоболова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 40–43.
6. Терлецкая Н. В. Изучение анатомических особенностей зерновок видов и сортов пшеницы / Н. В. Терлецкая, Н. А. Хайленко, Н. А. Алтаева // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2012. – № 4. – С. 134–137.
7. Пузік Л. М. Технологія зберігання і переробки зерна / Л. М. Пузік. – 2013. – 312 с.
8. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы / Г. А. Егоров. – М.: Колос, 2005. – 296 с.

9. Моргун В. О. Підвищення ефективності переробки зерна пшениці / В. О. Моргун, О. С. Волошенко // Зб. наук. праць Одеської НАХТ. – 2012. – № 36. – С. 25–29.
10. Герасимчук О. П. Технологічна оцінка зерна м'якої пшениці / О. П. Герасимчук // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип. 107. – С. 161–170.
11. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. – К., 2005. – 286 с.
12. Рябчун Н. І. Спеціальна селекція і насінництво польових культур / Н. І. Рябчун, М. І. Єльніков, А. Ф. Звягін. – Харків, 2010. – 462 с.

REFERENCES

1. Gospodarenko, G. M., Kostogriz, P. V., Liubych (2016). Pshenicja spel'ta [Wheat spelt]. Kyiv, Sik group Ukraine, 312 p.
2. Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., W. Sosulski, F. (1999). Optimizing the bread formulation for soft spelt wheat. Cereal Foods World, no. 44, pp. 480–483.
3. Schober, T. J., Bean, S. R., Kuhn, M. (2006). Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study. Cereal Sci, no. 44, pp. 161–173.
4. Warechowska, M., Tyburski, J., Siemianowska, E. (2011). Ocena wartości przemiałowej ziarna orkisz [Evaluation of milling value of spelt grain]. Ogólnopolska Konf. Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenicy orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) w warunkach zmian klimatu [National Confederation. Growing and using spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *Spelta*) under climate change]. Puławy, pp. 45–46.
5. Tobolova, G. V. Geometricheskaya charakteristika zerna tetraploidnogo vida *Triticum carthlicum* Nevski. v usloviyah severnoj Lesostepi Tyumenskoj oblasti [Geometric characteristic of the grain of the tetraploid species *Triticum carthlicum* Nevski. in the conditions of the northern Forest-steppe of the Tyumen region]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements in science and technology of the agro-industrial complex], 2013, no. 9, pp. 40–43.
6. Terleckaya, N. V., Hajlenko, N. A., Altaeva, N. A. Izuchenie anatomicheskikh osobennostej zernovok vidov i sortov pshenic [The study of the anatomical features of grains of wheat species and varieties]. Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan [Izvestiya of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan], 2012, no. 4, pp. 134–137.
7. Puzik, L. M. (2013). Tekhnologiya zberigannya i pererobki zerna [Technology of storage and processing of grain]. Kharkiv, 312 p.
8. Egorov, G. A. (2005). Tekhnologiya muki. Tekhnologiya krupy. [Technology of flour. Technology of cereals]. Moscow, Kolos, 296 p.
9. Morgun, V. O., Voloshenko, O. S. (2012). Pidvishchennya effektivnosti pererobki zerna pshenic [Improved processing of wheat]. Zbirnyk naukovykh prac' Odes'koi' NAHT [Proceedings of Odessa NAFT], no. 36, pp. 25–29.
10. Gerasimchuk, O. P. (2015). Tekhnologichna ocinka zerna m'yakoї pshenic [Technological rating grain wheat]. Selekcija i nasinnictvo [Breeding and Seed], no. 107, pp. 161–170.
11. Eshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen' v agronomii' [Basic scientific research in agronomy]. Kyiv, Diya, 286 p.
12. Ryabchun, N. I., Jel'nikov, M. I., Zvyagin, A. F. (2010). Special'na selekcija i nasinnictvo pol'ovih kul'tur [Special breeding and seed production of field crops]. Kharkiv, 462 p.

Геометрические параметры зерновок пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии**Г. Н. Господаренко, В. В. Любич, И. О. Полянецкая, В. В. Новиков**

Представлены результаты изучения линейных размеров, глубины, ширины петли бороздки, крупности и выравненности зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии. Показано, что для зерна пшеницы спельты свойственный большой диапазон линейных размеров зерновок: длина – от 6,8 до 8,1 мм, ширина – от 2,3 до 3,3, толщина – от 2,4 до 3,1 мм. Самая распространенная удлиненная форма зерновок. Установлено, что зерно сорта Шведская 1 и линии Р 3 имеет наименьшую глубину и ширину петли бороздки. По содержанию крупной фракции зерна лучшие линии LPP 1197 (62,1 %), LPP 3132 (65,6 %) и LPP 1221 (75,2 %).

Ключевые слова: пшеница спельта, линейные размеры, крупность, выравненность, бороздка.

The geometrical parameters of kernels of spelt wheat depending on the variety and strain**H. Hospodarenko, V. Liubych, I. Polyanetska, V. Novikov**

The results of the study of the linear size, depth, depth of crease, grain size and evenness of spelt wheat depending on the variety and strain are given.

The longest are kernels of Zoria Ukrayny variety (8.1 mm) with the variability from 7.8 to 8.4 mm ($V=2\%$) and NSS 6/01 (8.0 mm). The length of kernels of other varieties and strains is significantly lower compared with the check variant (Zoria Ukrayny variety). The shortest are kernels of Shvedska 1 variety (6.0 mm) with the variability from 5.0 mm to 7.0 mm ($V=11\%$). The length of kernels of strains received by *Tr. aestivum/Tr. spelta* hybridization changes from 5.9 to 7.8 mm. The longest are kernels of LPP 3373 (7.8 mm) and LPP 1224 (7.5 mm) strains but by 4–7 % less compared with the check variant ($HIP05=0.4$). P 3 strain has the smallest length of kernels (by 27 %) with the variability from 5.5 to 6.0 mm ($V=4\%$). The length of kernels of strains, received by *Tr. aestivum/amphiploid (Tr. durum/Ae. tauschii)* and *Tr. kiharae* varies from 6.8 to 7.2 mm. The coefficient of variation of the length of kernels of varieties and strains of spelt wheat is insignificant ($V=2-9\%$) except Shvedska 1 variety.

The width of spelt wheat kernels of Zoria Ukrayny variety is on average 2.3 mm with a coefficient of variation of 5 %. These values of Shvedska 1 variety and studied strains are significantly higher compared with the check variant and are within 2.4–3.3 mm. Their variations change from 3 to 20 %. Schwabekorn and NSS 6/01 varieties have the smallest width of

kernels (2.2 and 2.1 mm), with the variability 2.0-2.4 and 2.0-2.3 mm, respectively. The studied indicator of LPP 3373 and TV 1100 strains is at the level of the check variant (2.3 mm) with variations of 4 and 16%.

Kernels of Shvedska 1 variety have the greatest thickness (3.0 mm) with the variability from 3.0 to 3.1 mm ($V=1\%$) and kernels of NSS 6/01 variety have the lowest thickness (2.5 mm) with the variability 2.3 to 2.7 mm ($V=6\%$). Thickness of kernels of spelt wheat strains varies from 2.4 to 3.1 mm. Thickness of kernels of six in twelve strains varies in wider range as the coefficient of variation is average ($V=10-20\%$). Kernels of Shvedska 1 variety and NAK 34/ 12-2 and NAK 22/ 12 strains have the smallest changes in thickness – $V=1\%$.

Kernels of studied varieties and strains of spelt wheat have a different shape. However, the most common shape of kernels is elongated one. Thus, kernels of P 3 strain have a half elongated shape and kernels of Shvedska 1 variety have an oval shape. Zoria Ukrainy, NSS 6/01 varieties and LPP 3373 and TV 1100 strains have very elongated kernels. Kernels of one variety and eight strains have the elongated shape.

It is found that the ratio of the depth to the thickness of spelt wheat kernels varies significantly depending on the variety and strain. Thus, this ratio of kernels of Shvedska 1 variety is 0.40 that is significantly less compared to the check variant (Zoria Ukrainy – 0.44) ($HIP05=0.02$). The ratio is changing from 0.52 to 0.54 in kernels of other varieties. According to this indicator, it is 0.48 in kernels of NAK 34/12-2 – 0.43, LPP 1197 and P 3. The ratio of depth of crease to the thickness of kernels of other strains varies from 0.50 to 0.63.

The lowest ratio of the depth of crease to the kernel thickness is of kernels of Shvedska 1 variety (0.13), NAK 22/12 (0.14) and LPP 1304 strains (0.15). This allows concluding about the less maturity of the crease. It is bigger in kernels of other varieties and strains. Thus, the ratio is changing from 0.18 to 0.20 in kernels of spelt wheat varieties and it is changing from 0.16 to 0.27 in kernels of strains.

The size of kernels of Zoria Ukrainy variety is between 2.6-2.8 mm. The same size is of kernels of Schwabenkorn variety and LPP 3117 and LPP 1224 strains. Higher indicators of the grain size are of three strains received by *Tr. aestivum/Tr. spelta* hybridization. Their values range between 2.8-3.0 mm. The lowest size is of kernels of Shvedska 1 variety, LPP 3373 and TV 1100 strains which indicators are within 2.2-2.4 mm. The grain size of other strains is 2.4-2.6 mm.

The coarse content of Zoria Ukrainy variety amounts to 42.6%. LPP 1197, LPP 3132 and LPP 1221 strains have the highest coarse content and significantly exceeds the check variant by 44–77% ($HIP05=1.6$). The coarse content of other varieties and strains varies from 7.5 to 35.9%. So, the value is substantially less than the check variant.

The mid fraction content of Zoria Ukrainy variety is 53.6%. Three varieties and eight strains have the mid fraction content that significantly exceeds the check variant ($HIP05=3.0$) and is within 57.4-78.4%. The indicator of LPP 3117 strain is 52.3% so the difference is not significant. Values of LPP 1197, LPP 3132 and LPP 1221 strains range from 23.3-33.1% that is significantly lower than the check variant.

The small fraction content is the lowest compared with the coarse and the mid fraction contents but it varies depending on the variety and strain. Zoria Ukrainy variety has the small fraction content of 3.8%. Six strains (P 3, LPP 1224, LPP 3132, LPP 1221, NAK34/12-2 and NAK 22/12) have indicators that are significantly lower than the check variant ($NIP05=0.3$) and vary from 1.3 to 2.9%. LPP 3122/2, LPP 3373, LPP 3117 and TV 1100 strains, NSS 6/01 and Shvedska 1 varieties have higher small fraction content – 11.5-18.5%.

Key words: spelt wheat, linear size, grain size, evenness, crease.

Надійшла 10.05.2017 р.