УДК 664.64.016.3:664.71.—11:633.11

GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF SPELT GRAINS DEPENDING ON THE VARIETY

N. Osokina, V. Lubich, V. Voziyan
Uman National University of Horticulture

Key words:
Spelt
Caryopsis
Length
Width
Thickness

Article history:
Received 13.11.2015
Received in revised form 29.11.2015
Accepted 13.12.2015

Corresponding author:
V. Voziyan
E-mail:
npnuft@ukr.net

ABSTRACT

The geometric characteristics of spelt grain depending on the variety were investigated. It was found that the volume of grains, the area of the external surface, the specific surface, the volume and area of surface layers of the outer surface vary considerably depending on the linear dimensions of grains and grain variety. The increase of geometric size of caryopsis expands the external surface area, the volume of surface layers of caryopsis and its volume. The most valuable varieties for processing are Australia 1 and LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117 lines, because these grains have low volume of surface layers, and, respectively, have higher content of endosperm.

ГЕОМЕТРИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

Н.М. Осокіна, В.В. Любич, В.В. Возіян
Уманський національний університет садівництва

У статті досліджено геометричну характеристику зерна спельти залежно від сорту. Встановлено, що об'єм зернівки, площа зовнішньої поверхні, об'єм поверхневих шарів і площа зовнішньої поверхні істотно змінюються залежно від лінійних розмірів зернівки та сорту. Збільшення геометричних розмірів зернівки зумовлює зростання площі зовнішньої поверхні, об'єму поверхневих шарів зернівки й об'єму зернівки. Найбільш цінними для переробки є сорти Австралійська 1, лінії LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117, оскільки їхнє зерно має низький об'єм поверхневих шарів і, відповідно, містить більшу частку ендосперму.

Ключові слова: *спельта, зернівка, довжина, ширина, товщина.*

Постановка проблеми. Для оцінки геометричних характеристик зернової маси використовуються такі показники: лінійні розміри зерна, його об'єм (V), площа зовнішньої поверхні (F), їхнє відношення (V/F), форма зерна і показник сферичності (φ). Геометричну форму та лінійні розміри зерна оцінюють за довжиною (найбільший розмір), шириною (найбільший поперечний роз-

мір), товщиною (найменший поперечний розмір) [9]. При цьому важливе значення має стан поверхні зерна, його сипкість і гігроскопічність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Усі вищезазначені показники перебувають у складній залежності від таких чинників, як вологість, температура, режимів післязбиральної або водно-теплової обробки, умов зберігання зерна і впливають на вибір режимів сепарування, подрібнення та плющення. Прямо або непрямо показники взаємопов'язані один з одним і значно впливають на технологічні властивості зерна.

Проектування та розрахунок обладнання для здійснення технологічних операцій неможливі без знання властивостей матеріалів, що обробляються [5]. Так, очищення та сортування виконують, використовуючи аспірацію сепаруванням повітрям, просіювання через решета різного типорозміру та скорочування на похилих поверхнях, що виконуються з урахуванням фізико-механічних властивостей зерна культури [3, 4, 10]. Показник питомої поверхні зерна має важливе значення під час сушіння зерна, оскільки від нього залежить інтенсивність теплообміну та дифузія вологи в зерні [7].

Форма та лінійні розміри зерна впливають на вибір сит сепараторів і характеристику розмелювальних машин. Геометрична характеристика зерна визначає його щільність за формування шару й особливості переміщення під час транспортування. Крім цього, геометрична характеристика зерна визначає щільність укладання його шару (пористість) та особливості переміщення зерна під час транспортування. Об'єм і зовнішня поверхня відіграють важливу роль у процесах зволожування, нагрівання й охолоджування зерна [6]. Завдяки сферичності характеризують особливості будови зернівки [1]. Ось чому дослідження геометричних характеристик зерна має не тільки теоретичне, а й практичне значення. Враховуючи те, що вказані властивості істотно змінюються залежно від погодних умов, технології вирощування й особливостей сорту, це вимагає їхнього ретельного вивчення. Крім того, геометричні характеристики зерна спельти достатньо не вивчені, що й визначає актуальність досліджень.

Метою статті є вивчення геометричних характеристик зерна спельти залежно від походження сорту.

Методика дослідження. Експериментальна частина дослідження проводилася в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва впродовж 2013—2015 років. Для дослідження взято зерно сортів спельти, отриманих методом добору з місцевих сортів — Schwabenkorn, NSS 6/01, Frankenkorn, Шведська 1, Австралійська 1 та сортозразки, отримані в результаті гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta* — LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 1197, LPP 3435, LPP 1224 і LPP 3117, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контроль (стандарт) — зерно районованого в цій зоні сорту спельти Зоря України.

У зерні спельти визначали лінійні розміри за методикою описаною Г.А. Єгоровим [2]. Визначення форми зернівки проводили за лінійними розмірами [8].

Об'єм зернівки (V) та площу зовнішньої поверхні (F) обчислювали розрахунковим методом за формулами:

$$V = k \cdot a \cdot b \cdot l;$$

$$F = 1{,}12a^2 + 3{,}7b^2 + 0{,}88l^2 — 10,$$

де a — товщина зернівки; b — ширина зернівки; l — довжина зернівки; k — коефіцієнт форми зернівки (для пшениці 0,52).

Питому поверхню зернівки встановлювали за відношенням F/V. Об'єм повехневих шарів визначали за формулою:

$$V_1 = F \cdot G,$$

де G — товщина тканини (для зерна пшениці 0,065 мкм).

Сферичність зерна визначали за формулою:

$$\varphi = F_c / F,$$

де F_c — площа зовнішньої поверхні сфери, $F_c = 4\pi r^2$.

Математичну та статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу, використовуючи сучасні комп'ютерні технології (ПІК «Agrostat», MS Office Excel).

Основні результати досліджень. Зерно сортів, отриманих методом добору, сформовано з більшими лінійними розмірами (рис. 1—3). У середньому розміри становили: довжина — 7,7 мм, ширина — 2,5, товщина — 3,0 мм, тоді як зерно сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*, мало довжину — 6,9 мм, ширину — 2,5, товщину — 2,9 мм. Істотно більшою (в 1,3 раза) між групами сортів була довжина зерна.

У результаті проведених досліджень встановлено, що зернівки сортів, отриманих методом добору з місцевих форм, були на 0,6—1,0 мм довшими, за винятком сорту Австралійська 1, в якої цей показник становив 7,1 мм (рис. 1). Найдовшими були зернівки сортів Зоря України і NSS 6/01. У зерна решти сортів цієї групи довжина змінювалась від 7,1 мм до 8,1 мм

Із сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta,* найдовшими (7,3 мм) були зернівки у лінії LPP 3218, найкоротшими — у ліній LPP 3132 (6,7 мм), LPP 1224 (6,8 мм) та LPP 1305 (6,9 мм). Довжина зернівок решти ліній — 7,0—7,1 мм.

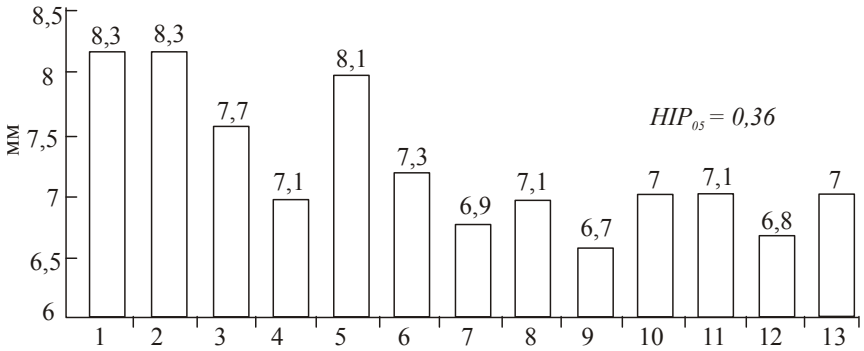

Рис. 1. Довжина зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

У середньому за три роки досліджень ширина зернівки спельти змінювалась від 2,1 мм до 2,7 мм (рис. 2). Із сортів, отриманих методом добору, найбільшу ширину мало зерно сорту Зоря України (2,5 мм), а найменшу — Австралійська 1 (2,1 мм). Ширина зернівок решти сортів варіювала від 2,2 до 2,4 мм.

Проте найширші зернівки були у сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*. Так, у зернівок лінії LPP 1197 цей показник становив 2,7 мм, що на 7,5 % більше порівняно із сортом Зоря України (стандарт). Зернівки ліній LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435 були на 4 % ширші за зернівки контролю (2,6 мм). Лише зернівки лінії LPP 3117 відрізнялись на 0,1 мм за шириною зернівок стандарту.

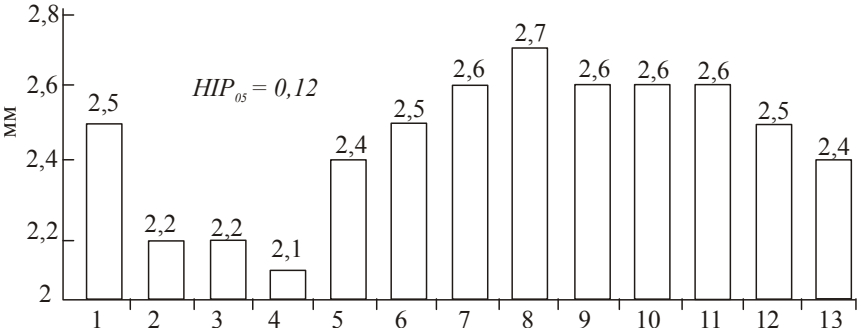

Рис. 2. Ширина зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013-2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

Найбільша товщина зернівок серед сортів, отриманих методом добору, у сорту Зоря України — 3,0 мм (рис. 3), а у зерна сортів NSS 6/01, Австралійська 1, Schwabenkorn — 2,7—2,9 мм. Найменшим цей показник був у зерна сорту Frankenkorn — 2,6 мм.

У сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestium / Tr. spelta*, товщина зерна коливалась в межах 2,7—3,0 мм.

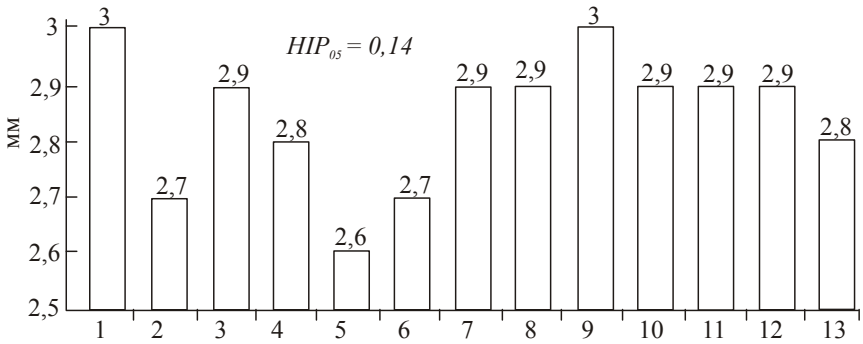

Рис. 3. Товщина зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013-2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435;12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

За даними лінійних розмірів було визначено форму зернівки. Цей показник надзвичайно важливий при сепаруванні зерна.

Серед сортів, отриманих методом добору дуже видовжену форму мало зерно сортів NSS 6/01 та Frankenkorn ($3a \leq l \geq 3b$), в решти — форма була видовжена ($2b < l < 3b$). У всіх сортів, отриманих методом гібридизації *Tr. aestium / Tr. spelta,* форма зернівки була видовженою ($2a<l<3a$).

Об'єм зернівки має значення для величини і розрахунку шпаруватості зернової маси, величини об'ємної маси, визначення режиму очищення і переробки зерна, величини виходу готової продукції. За даними джерел літератури цей показник для зерна пшениці може становити 11—56 мм^3 [5].

Об'єм зернівки сортів спельти варіюється від 21,7 до 32,4 мм^3 (рис. 4). Найбільшим, серед сортів отриманих методом добору цей показник був у зернівки сорту Зоря України (32,4 мм^3), а найменшим — Австралійська (21,7 мм^3).

Із зерна сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestium / Tr. spelta,* найвищий об'єм зернівки мала лінія LPP 1197 — 28,9 мм^3, що на 12 % менше порівняно з контролем. Найменшим цей показник був у зернівок лінії LPP 3117 (24,5мм^3). Об'єм зернівок решти ліній змінювався від 25,6 до 27,5 мм^3, проте він був на 4,9—6,8 мм^3 меншим за зернівки сорту Зоря України *(HIP_{05}=1,32)*.

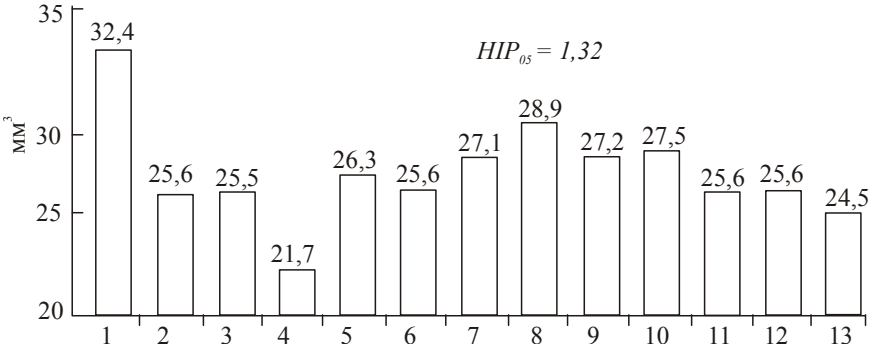

Рис. 4. Об'єм зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

За даними досліджень В.М. Швайко [11], площа зовнішньої поверхні зерна становить у пшениці— 65,03 мм^2, вівса — 77,08, ячменю — 99,81 мм^2.

За результатами наших досліджень встановлено, що площа зовнішньої поверхні зернівки спельти близька до зерна зернових культур. Так, найбільшим цей показник був у зернівки сорту Зоря України (стандарт) — 91,5 мм^2, найменшим у сорту Австралійська 1 — 68,8 мм^2 (рис. 5). У зерна решти сортів спельти, отриманих методом добру, цей показник змінювався від 79,2 до 83,5 мм^2, що на 10—16 % менше порівняно із зернівками сорту Зоря України.

Серед зерна сортів *Tr. aestivum / Tr. spelta*, отриманих методом гібридизації, жоден за площею зовнішньої поверхні не перевищував стандарт і був на 22—25 % меншим за нього. Найбільшу площу зовнішньої поверхні мали

зернівки лінії LPP 1197 (74,2 мм^2), а найменшу — LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117, що, відповідно, складали 69,3, 69,3 і 69,1 мм^2. У зерна решти сортів показник змінювався від 70,9 до 72,3 мм^2.

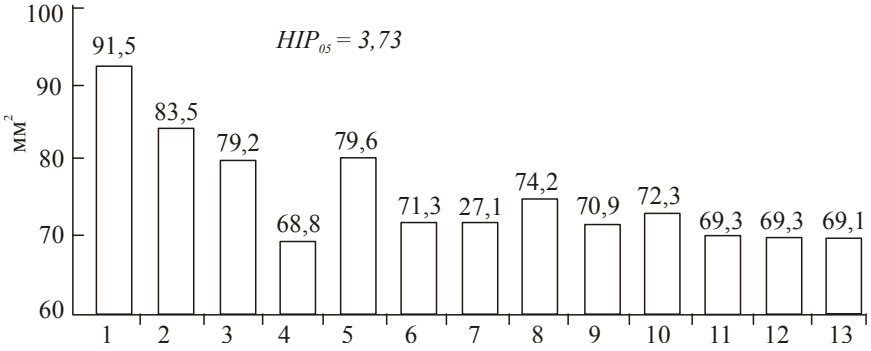

Рис. 5. Площа зовнішньої поверхні зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

Результатами досліджень встановлено, що серед сортів, отриманих методом добору, найменшу питому поверхню мали зернівки спельти сорту Зоря України — 2,8 (рис. 6). У зернівок решти сортів цей показник перевищував стандарт на 0,2— 0,4 пункта або на 7—14 %. Серед сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*, лише зернівки ліній LPP 3218, LPP 3117 мали питому поверхню на рівні стандарту 2,8. У решти ліній цей показник змінювався від 2,6 до 2,7.

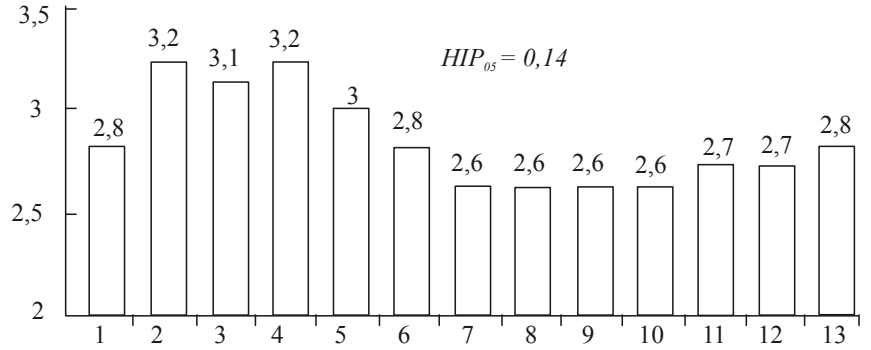

Рис. 6. Питома поверхня зернівки спельти різних сортів І сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

Об'єм поверхневих шарів зернівки спельти за три роки досліджень змінювався в межах 4,5 до 5,9 мм^3 (рис. 7). Серед сортів, отриманих методом добору, найвищий показник у зернівок сорту Зоря України (5,9 мм^3), а найменший — у сорту Австалійська 1 (4,5 мм^3), що на 24 % менше.

Зернівки сортів, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*, мали в 1,2 раза менший об'єм поверхневих шарів зернівки порівняно із зернівками сорту Зоря України. Проте з цієї групи форм найбільший об'єм поверхневих шарів мали зернівки лінії LPP 1197 (4,8 мм^3), а найменший (4,5 мм^3) лінії LPP 3435, LPP 1224 та LPP 3117.

Найбільш цінними для переробки є сорти Австралійська 1, лінії LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117, оскільки їхнє зерно має низький об'єм поверхневих шарів і, відповідно, містить більшу частку ендосперму.

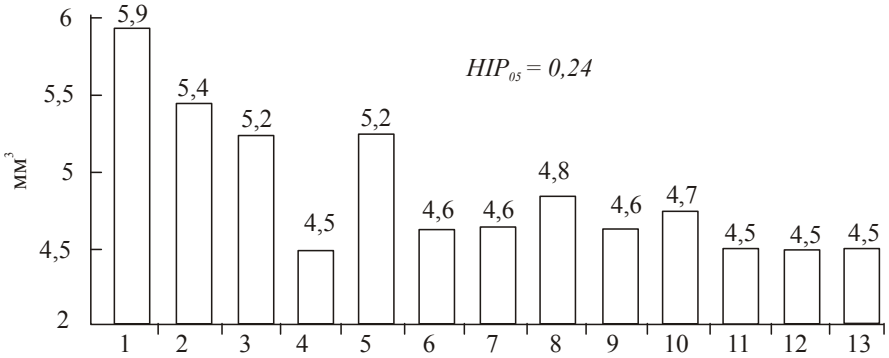

Рис. 7. Об'єм поверхневих шарів зернівки спельти різних сортів і сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218, 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

Сферичність — величина, якою зручно характеризувати особливості будови зернівки [1]. Згідно з даними, для зерна пшениці характерна сферичність 0,82—0,85, жита — 0,45—0,75, ячменю — 0,76—0,83, вівса — 0,64—0,77.

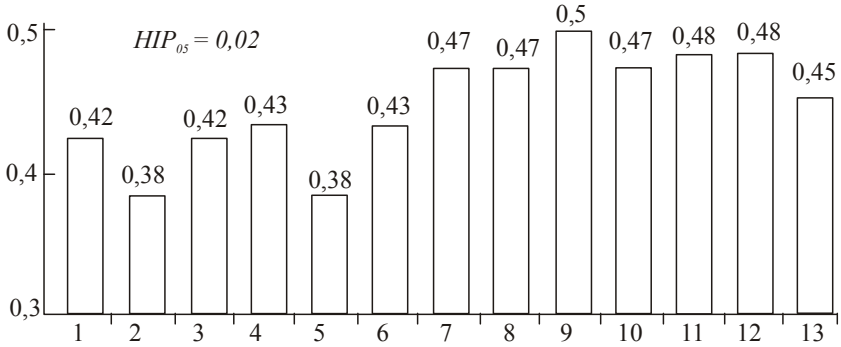

Рис. 8. Сферичність зернівки спельти спельти різних сортів і Сортозразків, 2013—2015 рр.:
1 — Зоря України (стандарт); 2 — NSS 6/01; 3 — Schwabenkorn; 4 — Австралійська 1; 5 — Frankenkorn; 6 — LPP 3218; 7 — LPP 1305; 8 — LPP 1197; 9 — LPP 3132; 10 — LPP 3124; 11 —LPP 3435; 12 — LPP 1224; 13 — LPP 3117

Нами встановлено, що сферичність зернівки спельти коливається в межах 0,38—0,50 (рис. 8). Найбільшим цей показник був у зернівок сорту Австралійська 1 і становив 0,43, а найменшим — сортів NSS 6/01 та Frankenkorn — 0,38.

Зернівки всіх сортозразків, отриманих методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*, на 2—19 % перевищували стандарт, в якого цей показник — 0,42.

Висновки

Отже, об'єм зернівки, площа зовнішньої поверхні, об'єм поверхневих шарів і площа зовнішньої поверхні істотно змінюється залежно від лінійних розмірів зернівки та сорту. У сортів, отриманих методом добору, довжина зернівки в 1,3 раза більша, порівняно із сортозразками, отриманими методом гібридизації *Tr. aestivum / Tr. spelta*.

Встановлено, що залежно від походження спельти відбуваються суттєві зміни у об'ємі зернівки від 21,7 мм^3 до 32,4 мм^3, площі зовнішньої поверхні — від 68,8 до 91,5 мм^2, питомій поверхні — від 2,5 до 3,2, об'ємі поверхневих шарів зернівки — від 4,5 до 5,9 мм^3, сферичності — від 0,38 до 0,5. Збільшення лінійних розмірів зерна зумовлює збільшення площі зовнішньої поверхні, об'єму поверхневих шарів та об'єму зернівки.

Найбільш цінним для переробки є зерно сорту Австралійська 1, лінії LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117 завдяки меншому вмісту поверхневих шарів.

Література

1. *Егоров Г.А.* Технология муки и крупы / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. — М.: Издательсьский комплекс МГУПП, 1999. — 336 с.

2. *Егоров Г.А.* Технологические свойства зерна / Г.А. Егоров — М.: Агропромиздат, 1985. — 334 с.

3. *Егоров Г.А.* Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2000. — 348 с.

4. *Кирпа М.Я.* Особливості сепарування зерна кукурудзи / М.Я. Кирпа, С.О. Скотар // Бюлетень Інституту зернового господарства / УААН. — Дніпропетровськ, 2007. — № 30. — С. 127—132.

5. *Курдюмов В.И.* Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сатягин. — Ульяновск: УГСХА имени П.А. Столыпина, 2013. — 290 с.

6. *Осокіна Н.М.* Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька, О.П. Герасимчук // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. — 2012. — Вип. 77 — С. 127—133.

7. *Осокіна Н.М.* Технологічні властивості зерна кукурудзи сорту ДКС 4685х1390 / Н.М. Осокіна, К.В. Костецька // Вісник Уманського національного університету садівництва. — 2013. — Вип. 1—2. — С. 96—101.

8. *Пат.* 76472 Україна, МПК[51] A01H 1/04 Люмінісцентний матеріал / Усик Л.О, Орлюк А.П.; заявник і власник Інститут зрошуваного землеробства НААН. — № u 2021205989; заявл. 17.05.12 ; опубл. 10.01.13, Бюл. № 1.

9. *Пилипюк В.П.* Технология хранения зерна и семян / В.П. Пилипюк. — Саратов, 2008. — 457 с.

10. *Цизь К.Є.* Дослідження фізико-механічних властивостей насіння сої / К.Є. Цизь, Р.В. Кірчук, А.В. Ришко // Сільськогосподарські машини. — 2014. — Вип. 27. — С. 130—138.

11. *Швайко В.М* Дослідження механічних властивостей зернових матеріалів / В.М. Швайко, В.О. Соломка, О.В. Соломка // Збірник наукових статей: Сільськогосподарські машини. — 2013. — Вип. 2. — С. 51—58.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА СПЕЛЬТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА

Н.М. Осокина, В.В. Любич, В.В. Возиян
Уманский национальный университет садоводства

В статье исследована геометрическая характеристика зерна спельты в зависимости от сорта. Установлено, что объем зерновки, площадь внешней поверхности, объем поверхностных слоев и площадь внешней поверхности существенно меняются в зависимости от линейных размеров зерновки и сорта. Увеличение геометрических размеров зерновки вызывает рост площади внешней поверхности, объема поверхностных слоев зерновки и объема зерновки. Наиболее ценными для переработки являются сорта Австралийская 1, линии LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 1224, LPP 3117, поскольку их зерно имеет низкий объем поверхностных слоев и, соответственно, содержит большую долю эндосперма.

Ключевые слова: *спельта, зерновка, длина, ширина, толщина.*