

УДК 641.53.092:683.958:664.71-11

**Вихід і якість подрібненої крупи із зерна пшениці полби**Любич В.В.<sup>1</sup> , Лещенко І.А.<sup>1</sup> , Сторожик Л.І.<sup>2</sup> , Войтовська В.І.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Уманський національний університет садівництва<sup>2</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН LyubichV@gmail.com

Любич В.В., Лещенко І.А., Сторожик Л.І.,  
Войтовська В.І. Вихід і якість подрібне-  
ної крупи із зерна пшениці полби. Збір-  
ник наукових праць «Агробіологія», 2020.  
№ 2. С. 79–89.

Ljubych V.V., Leshhenko I.A., Storozhyk L.I.,  
Vojtov'ska V.I. Vyhid i jakist' podribnenoj'  
krupy iz zerna pshenyци polby. Zbirnyk  
naukovyh prac' «Agrobiologija», 2020. no.  
2, pp. 79–89.

Рукопис отримано: 29.10.2020 р.  
Прийнято: 12.11.2020 р.  
Затверджено до друку: 24.11.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-79-89

У статті наведено результати дослідження виходу крупи подрібненої, її кулінарну якість залежно від індексу лущення зерна різних сортів пшениці полби. Як сировину для виробництва круп використано зерно пшениці полби сорту Голіковська та лінії LP 1152. Встановлено достовірний ( $p \leq 0,05$ ) вплив на загальний вихід круп подрібнених різної тривалості лущення зерна. Зменшення загального виходу круп супроводжується збільшенням виходу мучки. Застосування крупнішого зерна (лінія LP 1152) забезпечує істотне підвищення загального виходу подрібнених круп. Лущення зерна сприяло зменшенню загального виходу круп і круп подрібнених № 1 і № 2. Водночас проходило збільшення виходу дрібної фракції крупи № 3. Використання зерна із вищим умістом оболонки забезпечує вищий вихід круп більшої крупності.

Загальний вихід крупи із пшениці полби лінії LP 1152 змінювався від 83,6 до 86,0 % залежно від індексу лущення зерна. За використання зерна вихід крупи № 1 становив  $9,3 \pm 0,3$  %, крупи № 2 –  $54,5 \pm 0,6$  %, крупи № 3 –  $22,2 \pm 0,9$  %. Застосування лущення зерна пшениці полби знижувало вихід крупи № 1 до  $6,0 \pm 0,3$  %, крупи № 2 – до  $50,4 \pm 0,4$  %. Вихід крупи № 3 зростав до  $27,2 \pm 0,7$  % у варіанті з найвищим індексом лущення. Найменшу кількість мучки (9,0 %) одержано за використання нелущеного зерна. Лущення зумовлює збільшення виходу до 11,5 % за використання лущеного зерна (індекс лущення 11 %). Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лущення зерна не встановлено. Загальний вихід крупи з пшениці полби сорту Голіковська змінювався від 77,5 до 76,0 % залежно від індексу лущення зерна. Вихід крупи за номерами змінювався подібно лінії пшениці полби.

Основне значення в зміні тривалості варіння, коефіцієнта розварювання та органолептичних показників має коефіцієнт лущення зерна. Сортові особливості значного впливу не мали і мали подібні значення. Скорочення тривалості варіння спостерігалось за збільшення індексу лущення зерна, а також за використання крупи дрібнішої фракції. Основним чинником, який впливав на підвищення загальної кулінарної якості круп, є покращення показників кольору і консистенції під час розжовування в результаті підвищення індексу лущення. За індексу лущення зерна 3–6 % кулінарна якість була на високому рівні. Дуже високу кулінарну якість круп забезпечує застосування лущення зерна впродовж 120–160 с (індекс лущення 9–11 %).

Під час виробництва подрібненої крупи із зерна пшениці полби оптимально використовувати зерно лінії LP 1152 з індексом лущення 3–6 %. Так забезпечується високий загальний вихід круп ( $85,0$ – $84,6$  %) і висока кулінарна якість каші.

**Ключові слова:** пшениця полба, зерно, лущення, крупа подрібнена, кулінарна оцінка.

**Постановка проблеми.** Круп'яні продукти займають важливе місце в харчуванні жителів України. Споживні властивості крупів загалом та їх хімічний склад зокрема визначаються, насамперед, зерною культурою, з якої вони виготовлені [1]. Однак технологія виготовлення крупи має значний вплив на біохімічний склад крупи та на кулінарну якість каші. Отже, якість – це суб'єктивна оцінка придатності для певного процесу, їжі або використання. Під час перероблення зерна ядро відокремлюється від плодкових і насінневих оболонок та зародка. Як відомо, у цих частинах зернівки зосереджена основна частина клітковини, мінеральних речовин, а також ліпідів, білків і вітамінів. Однак за збереження початкового вмісту оболонок, кулінарна якість знаходиться на низькому рівні. Тривалість варіння такої крупи буде значною, що недопустимо в сучасному ритмі життя. Доцільним вибором для виробництва круп є використання зернової культури, яка здатна забезпечити високу кулінарну якість за збереження початкового вмісту оболонок. У дослідженні використано пшеницю полби (*Triticum dicoccum*). Вона відрізняється від пшениці м'якої та твердої за біохімічним складом і кращими кулінарними властивостями.

**Аналіз останніх досліджень.** Цільнозернові крупи є важливим компонентом здорового харчування людини. Вони містять значку кількість харчових волокон та біоактивних пептидів, які мають протиракові, антиоксидантні та антитромботичні ефекти [2, 3]. Однак, яким чином вживання цільнозернових продуктів покращує здоров'я людини достовірно не відомо. Попри це відомо, що у контексті збалансованого харчування цільнозернові продукти є важливим кроком для більш ефективної профілактики хронічних захворювань. Так, у скандинавських країнах рекомендована норма вживання цільнозернових продуктів становить 75 г на 2400 ккал [4], а в США рекомендується вживати  $\geq 48$ –85 г на добу залежно від віку та статі.

Згідно з результатами форуму «Healthgrain» [5], щоб крупи вважалися цільнозерновими, вони мають бути з цілого або подрібненого зерна після видалення неїстівних частин, таких як квіткові та колоскові луски. Допускаються незначні втрати окремих компонентів – 10 % оболонок, що є наслідком перероблення зерна в кінцевий продукт. Основні анатомічні компоненти – ендосперм, зародок та оболонки (висівки) – наявні у тих самих відносних пропорціях, що існують у зерні. Таке формулювання не суперечить установленому визначенню Американської асоціації зернових

хіміків (American Association of Cereal Chemist – ААСС).

Зерно пшениці м'якої лущать для звільнення ядра від оболонок (плодової, насінневої) та алейронового шару, оскільки вони стають жорсткими після термічної обробки. Заразом поверхня зерна очищається від забруднень (механічного і мікробного). Відомо, що зменшення вмісту оболонок підвищує подрібнення зерна та збільшує вихід мучки [6, 7]. Це зумовлює необхідність підбору оптимальних режимів перероблення зерна на крупи на основі кількох чинників: вихід крупи, її кулінарна якість та економічні затрати.

Пшениця полба (*Triticum dicoccum*) відновлює свою популярність серед споживачів і фермерів. Нині її частка у світовому виробництві пшениці становить приблизно 1 % [8], і вона повільно, однак невпинно, збільшується. Значні площі вирощування зосереджені в Італії, Індії, на високогір'ї Туреччини. Пшеницю полби також вирощують в Україні, разом з пшеницями спелти та однозернянки. Основним напрямом вирощування полби є забезпечення органічної продукції, попит на яку стрімко зростає в країнах Європи. Зерно є сировиною одержання борошна та різноманітних круп (цілих, подрібнених, плющених). Повідомлялося [9], що за органолептичними показниками, харчовими та терапевтичними якостями вона переважає поширені види пшениць (м'яка, тверда).

**Метою дослідження** було вивчення впливу лущення зерна різних сортів пшениці полби на вихід і якість подрібнених круп.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальну частину роботи проводили впродовж 2017–2019 рр. в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Для експерименту використано зерно пшениці полби сорту Голіковська (яра) і лінії LP 1152 (озима), вирощене в умовах Правобережного Лісостепу України. Технологічна схема отримання круп'яних продуктів у лабораторних умовах була сформована відповідно до вимог «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» [10].

Як сировину для подрібненої крупи використано зерно пшениці полби з різним індексом лущення. Для цього зерно лущили у лабораторному лущильнику УШЗ-1 (колова швидкість 3000 об/хв) упродовж 40, 80, 120, 160 с, що відповідало значенню індексу лущення 3, 6, 9 і 11 %. Продукти лущення сепарували на лабораторному розсіві РЛУ-1 для відділення кормової мучки (сито № 0,63).

Подрібнену крупу утримували на універсальній крупорушці УКР-2. Відповідно до «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» [10] передбачено виробництво круп із зерна пшениці м'якої подрібнених і шліфованих № 1, 2 і 3. Аналогічно цим назвам, продукти, отримані під час перероблення зерна пшениці полби, рекомендовано називати крупи з пшениці полби подрібнені № 1, 2 і 3. У таблиці 1 наведено характеристики подрібнених круп з пшениці полби за крупністю.

У результаті виробництва подрібненої крупи одержано побічні продукти – мучка кормова та відходи I і II категорії, також були механічні втрати. Вихід подрібненої крупи наведено у відсотках ( $\pm 0,1\%$ ) до маси використаної сировини.

Кулінарне оцінювання проводили згідно з патентом № 104152 «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці». Ця методика дає змогу більш точно ідентифікувати кулінарну якість із підвищеним вмістом клітковини.

Дослідження мали чотири аналітичні повторення. Дані аналітичних повторень опрацьовували методом описової статистики за

допомогою програм Microsoft Excel 2010 та STATISTICA 10. Якість експерименту оцінювали значенням коефіцієнта варіації вибірок ( $V$ ), що формували із даних аналітичних повторень. Експеримент вважали достовірним за неістотного варіювання даних аналітичних повторень. Статистичне оброблення отриманих результатів проводили за використання надбудови Experimental design (DOE) програми Statistica 10. Вибір моделі здійснювали з урахуванням коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ), відсутності автокореляції залишків та довірчого рівня ( $p$ ). Ступінь впливу чинників встановлювали за допомогою Partial eta-squared ( $\eta^2$ ) як одним зі способів статистичного оброблення. Рівень впливу оцінювали за наступним розподіленням: 0,01–0,06 – низький; 0,06–0,14 – середній; понад 0,14 – високий вплив. Для визначення вагомості впливу чинника застосовували діаграми Паретто.

#### Результати дослідження та обговорення.

За допомогою методів дисперсійного аналізу встановлено достовірний вплив сортових особливостей та проведення лущення зерна на вихід подрібнених круп (рис. 1) та побічних продуктів – мучка, відходи I і II категорії (рис. 2).

Таблиця 1 – Класифікація подрібнених круп з пшениці полби за крупністю

Номер крупи	Діаметр отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит (%), не менше
	прохід	схід	
№ 1	3,2	2,8	70
№ 2	2,8	2,2	70
№ 3	2,2	0,63	70

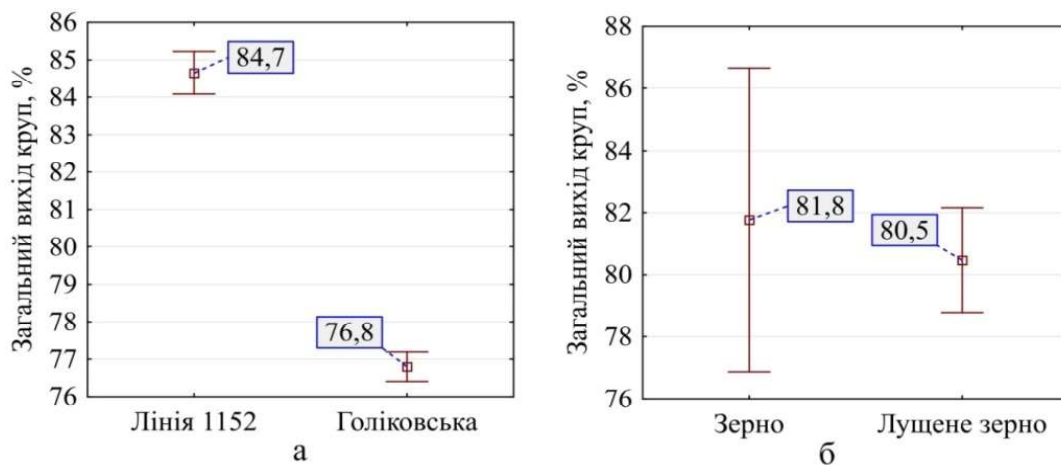


Рис. 1. Результати дисперсійного аналізу залежності між загальним виходом круп, сортовими особливостями (а) та застосуванням лущення зерна (б) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал).

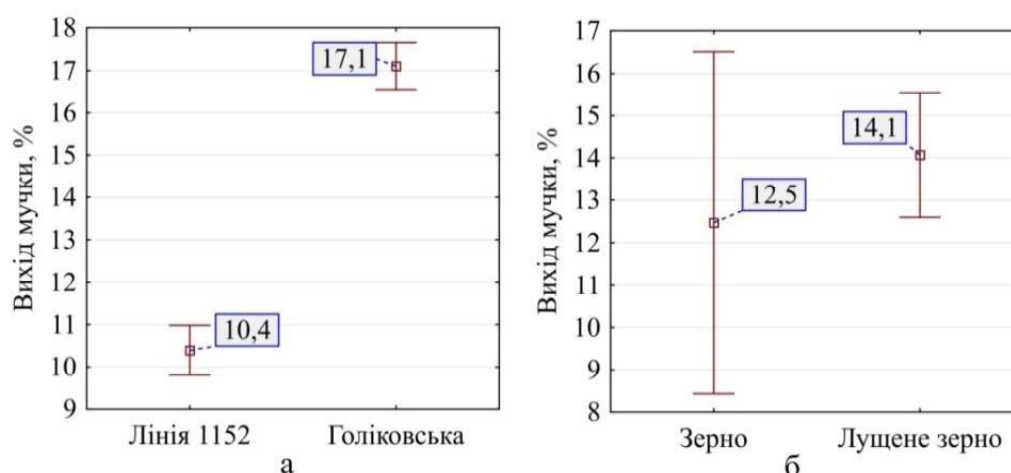


Рис. 2. Результати дисперсійного аналізу залежності між виходом мучки, сортовими рисами (а) та застосуванням лушення зерна (б) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал).

У дослідженнях Возіян В.В. [11] встановлено, що вихід круп із пшениці спелти змінювався залежно від тривалості лушення зерна. Так, з підвищенням індексу лушення відбувалося зниження виходу готового продукту тому, що зменшувався вміст оболонки, за допомогою яких утримувалися часточки ендосперму. Зменшення кількості оболонки лушенням зерна зумовлює крихкість готового продукту.

Загальний вихід круп з пшениці полби лінії LP 1152 змінювався від 86,0 до 83,6 % залежно від індексу лушення зерна (табл. 2). За використання зерна вихід круп № 1 становив  $9,3 \pm 0,3$  %. За використання лушеного зерна вихід цієї круп змінювався від 9,0 до 6,0 %. Тенденція виходу круп № 2 була подібною крупі № 1. Найменший вихід подрібненої крупі № 2 (50,4 %) був за використання зерна з індексом лушення 11 %, що на 8 % менше за використання нелушеного зерна. Зниження виходу подрібнених круп (№ 1 і 2) супроводжу-

ється підвищенням виходу крупі № 3 і мучки. Вихід крупі № 3 за використання зерна становив  $22,2 \pm 0,9$  %. Лушення зерна сприяло збільшенню виходу цієї крупі від 22,0 до 27,2 %. Різниця у виході крупі № 3 за використання цілого та лушеного зерна з індексом лушення 11 % становила 18 %. Значення виходу мучки змінювалося подібно за використання зерна з різним індексом лушення. Так, найменшу кількість мучки (9,0 %) одержано за використання нелушеного зерна. Лушення зумовлює збільшення виходу до 11,5 % за використання лушеного зерна (індекс лушення 11 %). Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лушення зерна не встановлено.

Загальний вихід крупі з пшениці полби сорту Голіковська змінювався від 77,5 до 76,0 % залежно від індексу лушення зерна (табл. 3). Вихід крупі № 1 за використання зерна становив  $7,5 \pm 0,3$  %, що на 20 % менше, порівню-

Таблиця 2 – Вихід крупі подрібненої залежно від індексу лушення зерна пшениці полби лінії LP 1152, %

Продукт		Зерно	Індекс лушення зерна, %			
			3	6	9	11
Крупа подрібнена, сорт	1	$9,3 \pm 0,3$	$9,0 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0$	$6,0 \pm 0,3$
	2	$54,5 \pm 0,6$	$54,0 \pm 1,5$	$52,2 \pm 1,2$	$51,6 \pm 1,1$	$50,4 \pm 0,4$
	3	$22,2 \pm 0,9$	$22,0 \pm 0,7$	$24,7 \pm 1,1$	$26,2 \pm 0,9$	$27,2 \pm 0,7$
Загальний вихід		$86,0 \pm 0,3$	$85,0 \pm 1,3$	$84,6 \pm 0,8$	$84,1 \pm 0,3$	$83,6 \pm 0,3$
Мучка кормова		$9,0 \pm 0,3$	$10,2 \pm 1,2$	$10,2 \pm 0,6$	$11,1 \pm 0,4$	$11,5 \pm 0,6$
Відходи I і II категорії		$4,2 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,4$
Механічні втрати		$0,8 \pm 0$	$0,8 \pm 0$	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,1$

Примітка:  $V < 10$  %,  $p < 0,05$ .

ючи з використанням зерна лінії LP 1152. За використання лущеного зерна вихід цієї крупки зменшувався від 6,6 до 3,5 %. Тенденція виходу крупки № 2 була подібною крупі № 1. Найменший вихід подрібненої крупки 2-го сорту був за використання зерна з індексом лущення 11 %, та становив 40,5 %, що на 17 % менше за використання нелущеного зерна. Значення виходу крупки № 2 із зерна сорту Голіковська поступаються результатам виходу за використання лінії LP 1152 на 11–20 %. Зменшення виходу крупки подрібненої (№ 1 і 2) відбувається одночасно з підвищенням виходу крупки № 3 і мучки. Вихід крупки № 3 за використання зерна становив  $21,1 \pm 0,9$  %. Різниця у виході крупки № 3 за використання цілого та лущеного зерна з індексом лущення 11 % становила 34 %. Слід зазначити, що за використання зерна пшениці полби сорту Голіковська з різним індексом лущення зміна виходу подрібнених круп вагоміша проти лінії LP 1152. Значення виходу мучки значно змінювалося за використання зерна з різним індексом лущення (16,0–18,0 %). Значення виходу мучки змінювалося подібно крупі № 3. Так, найменшу кількість мучки (16,0 %) одержано

за використання нелущеного зерна. Лущення зерна спричинює збільшення виходу мучки – 16,6–18,0 %. Вихід мучки за застосування зерна пшениці полби Голіковська перевищує аналогічні показники за застосування зерна лінії LP 1152 в 1,6–1,8 раза. Зв'язку між механічними втратами, відходами I і II категорії та застосуванням лущення зерна також не встановлено.

Отже, дослідженнями достовірно встановлено ( $p < 0,05$ ), що вихід подрібнених круп і мучки найбільше залежали від індексу лущення зерна. Сортові особливості також істотно впливають на вихід крупки. Вказані тенденції підтверджуються діаграмою Паретто (рис. 3).

Зменшення виходу подрібнених круп № 1 і 2 відбувається внаслідок підвищення ламкості зернівок (ядра) після проведення лущення. Унаслідок збільшується вихід крупки № 3 і мучки. Слід зазначити, що вихід круп № 1 і 2 був більший за використання пшениці полби лінії LP 1152 проти сорту Голіковська. Причиною цього є більша крупність зерна полби лінії LP 1152.

Отримані дані не суперечать відомим результатам. Про нерівномірність виходу трьох фракцій подрібнених круп із зерна пшениці

Таблиця 3 – Вихід крупки подрібненої залежно від індексу лущення зерна пшениці полби сорту Голіковська, %

Продукт		Зерно	Індекс лущення зерна, %			
			3	6	9	11
Крупа подрібнена, сорт	1	$7,5 \pm 0,3$	$6,6 \pm 0,2$	$6 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,2$
	2	$48,9 \pm 0,5$	$45,6 \pm 1,2$	$43,7 \pm 0,4$	$40,9 \pm 0,9$	$40,5 \pm 0,8$
	3	$21,1 \pm 0,9$	$24,9 \pm 1,0$	$27,2 \pm 0,9$	$30,5 \pm 0,7$	$32,0 \pm 0,9$
Загальний вихід		$77,5 \pm 0,7$	$77,1 \pm 0,5$	$76,9 \pm 0,7$	$76,4 \pm 0,4$	$76,0 \pm 0,4$
Мучка кормова		$16,0 \pm 0,5$	$16,6 \pm 0,5$	$17,3 \pm 1,4$	$17,7 \pm 0,5$	$18,0 \pm 0,4$
Відходи I і II категорії		$5,5 \pm 0,1$	$5,3 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,7$	$5,0 \pm 0,3$	$5,1 \pm 0,2$
Механічні втрати		$1,0 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0$	$0,9 \pm 0,1$

Примітка:  $V < 10$  %,  $p < 0,05$ .

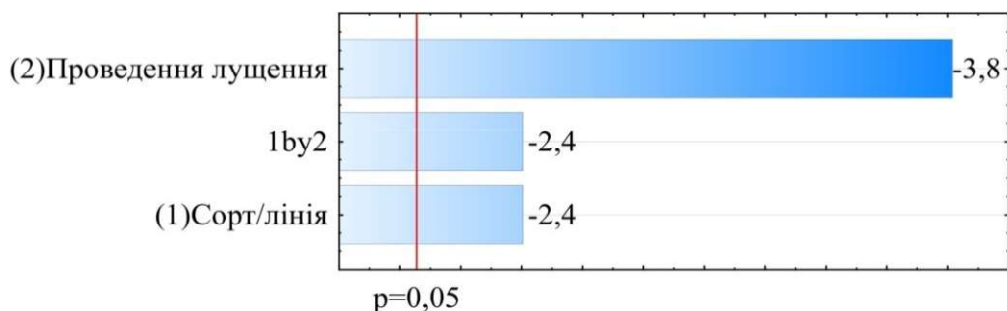


Рис. 3. Діаграма Паретто впливу проведення лущення і сортових особливостей зерна на загальний вихід подрібнених круп.

також зазначається іншими авторами [7]. Так, найвищим був вихід крупи № 2 – 53,4–59,1 %, а найнижчим – крупи № 1 – 9,8–10,8 %. Значення виходу дещо змінюється залежно від сорту.

Вибір оптимальної сировини для виготовлення круп залежить від якості кінцевого продукту. Нині в умовах ринкової економіки значну увагу приділяють кулінарній якості круп. Отже, було доцільним вивчити вплив чинників на кулінарні властивості каші. Визначено тривалість варіння, коефіцієнт розварювання та органолептичні показники подрібнених круп № 1, 2 і 3.

Встановлено, що тривалість варіння і коефіцієнт розварювання найбільше варіював за використання зерна з різним індексом лущення (рис. 4, 5). Ці показники не залежали від сорту та мали подібні значення ( $\pm 0,5$  пункта). Одержані дані підтверджують відомі концепції, а саме: а) тривалість варіння крупи з більшими геометричними розмірами (одного сорту) ха-

рактеризується більшою тривалістю варіння; б) лущення зерна скорочує термін варіння; в) оболонки стримують (обмежують) набухання компонентів зернівки.

Крупа виготовлена із нелущеного зерна характеризувалася найбільшою тривалістю варіння: № 1 – 26,2 хв, № 2 – 22,3 хв, № 3 – 11,7 хв. За використання зерна після короткострокового лущення (40 с; індекс лущення 3 %) спостерігалось різке зменшення тривалості варіння круп № 1 і 2 – на 12 і 18 % відповідно. Під час подальшого збільшення значення індексу лущення зерна (6–11 %) скорочення тривалості варіння було менш виразним, зменшуючись на 3,3–5 %. Проведення лущення також змінювало тривалість варіння крупи № 3, однак без різкого скорочення. Поясненням цього є невеликі розміри самих крупинок (менш як 2 мм), тому лущення зерна не призводить до помітного збільшення площі контакту з вологою. Найменша тривалість варіння круп була

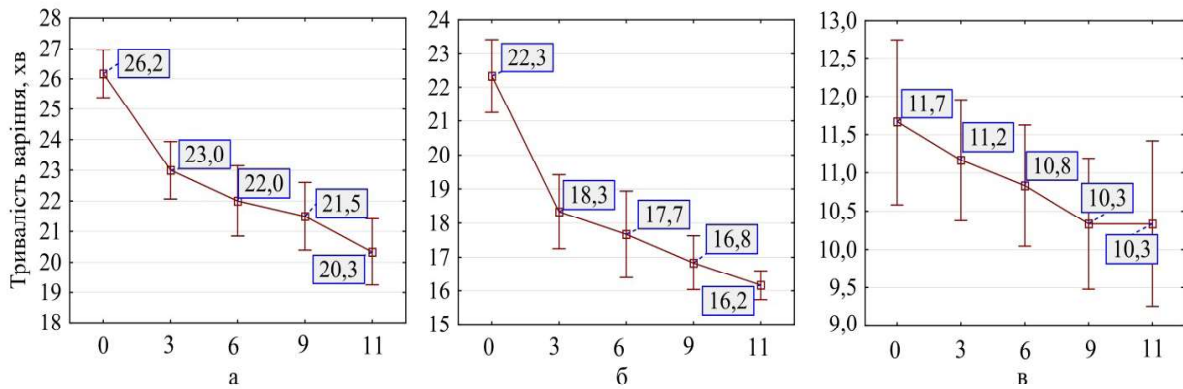


Рис. 4. Зміна тривалості варіння крупи подрібненої за використання зерна полби з різним індексом лущення (0; 3; 6; 9; 11) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал): а – крупа № 1; б – № 2; в – № 3.

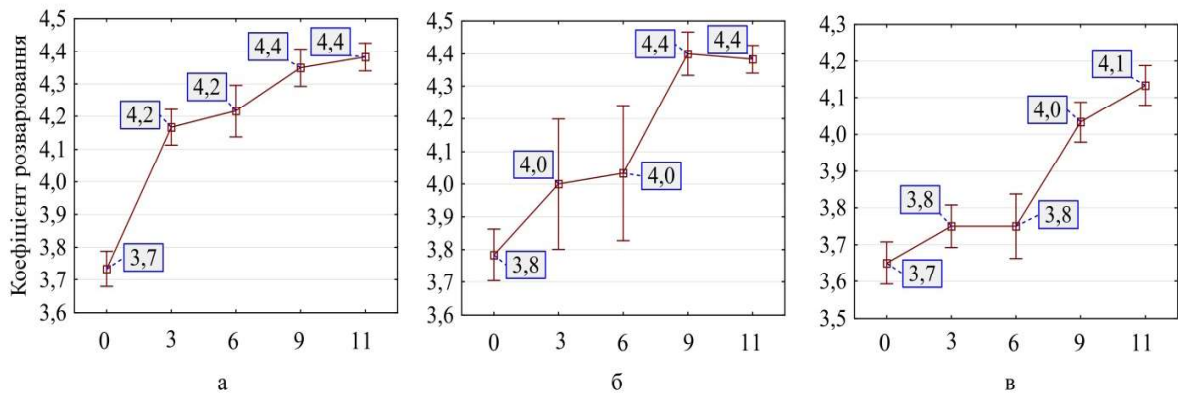


Рис. 5. Зміна коефіцієнта розварювання крупи подрібненої за використання зерна з різним індексом лущення (0; 3; 6; 9; 11) (вертикальні смуги позначають 0,95 довірчий інтервал): а – крупа № 1; б – № 2; в – № 3.

за використання зерна з найбільшим індексом лущення (11 %): для крупи подрібненої № 1 він становив 20,3 хв, № 2 – 16,2 хв, № 3 – 10,3 хв. Зменшення тривалості варіння круп проти використання нелущеного зерна становило 23, 27 і 12 % відповідно.

Оболонки зернівки не лише уповільнюють проникнення вологи в товщу ядра, а також стримують набубнявіння ендосперму крупи. Так, згідно з рисунком 5 коефіцієнт розварювання змінювався від 3,7 до 4,4 (круп № 1 і 2) за збільшення індексу лущення. Найбільше значення коефіцієнта розварювання крупи № 3 становило 4,1.

Відомо [12], що тривалість варіння крупи та коефіцієнт розварювання каші із зерна пшениці спельти залежить від індексу лущення. Так, за індексу лущення зерна 4–6 % тривалість варіння крупи становила 1 год, а коефіцієнт розварювання був 5,4. Збільшення індексу лущення до 20–22 % скорочувало тривалість варіння до 0,71–0,73 год, або на 30 %. Коефіцієнт розварювання підвищувався до 6,3. Автор вважає, що оболонки зерна перешкоджали проникненню вологи в ендосперм під час варіння, а також затримували набухання крупи.

Аргументованим є виробництво крупи, яка забезпечує одержання каші з високими якісними (органолептичними) властивостями. Встановлено, що майже всі органолептичні показники залежали як від проведення лущення зерна, так і від сорту, однак меншою мірою. У літературі [7] також відмічається істотна зміна органолептичних показників і загальної кулінарної якості крупи залежно від сорту та лінії пшениці.

Запах, смак і консистенція каші (8–9 балів), звареної з крупи № 1 значно не змінювалися за різної тривалості лущення зерна (табл. 4). Унаслідок лущення зерно втрачає значну частку оболонок, які надають крупі коричневого кольору та жорсткості. Як результат, колір каші змінювався від світло-коричневого (4 бали) до

кремового (9 балів). Значення показника розжовування крупи № 1 змінювалося від жорсткої з хрустом до ніжної консистенції без хрусту (за коефіцієнта лущення 11 %).

Подібні тенденції наводять в інших дослідженнях. Так, зазначається [11], що каша, отримана з крупи з низьким індексом лущення (2,9–3,8 %), характеризувалася низькою загальною кулінарною оцінкою – 6 балів. Це зумовлено тим, що каша із високим умістом оболонок характеризується грудкуватістю, сильним хрустом і занадто жорсткою консистенцією під час розжовування та темно-коричневим кольором. Однак загальна кулінарна оцінка зростала до дуже високої (9 балів) за тривалості лущення 160–180 с, що дорівнює індексу лущення 13,7–15,6 %.

Вченими [13] встановлено, що розсипчастість каші із зерна пшениці спельти не змінюється від зміни значення індексу лущення зерна. Колір круп'яних продуктів із пшениці спельти істотно залежить від тривалості лущення зерна. У діапазоні тривалості лущення від 20 до 40 с колір оцінювали у 5 балів. За збільшення тривалості лущення значення цього показника покращувалося. Круп'яні продукти, що лушили впродовж 60–100 с, мали злегка темно-кремовий колір, що оцінили у 6,8–7,0 бала. Найбільшу оцінку (8,5–9,0 бала) за вказаним показником отримали продукти, що лушили більше 120 с. Тривалість лущення зерна найбільше впливала на консистенцію каші під час розжовування. Крупа із мінімальною тривалістю лущення (20–40 с) мала незадовільний показник консистенції каші під час розжовування, що становив 3,0 бала. Цей показник покращувався разом зі збільшенням індексу лущення. Продукти, отримані лущенням зерна упродовж 160–180 с, були дуже ніжними, без хрусту та мали найвищу оцінку (8,8–9,0 бала).

Вважається, що загальна кулінарна оцінка з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька,

Таблиця 4 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 1 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення, %					Індекс лущення, %				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8
Колір	4	4	6	6	8	4	4	6	7	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	4	5	6	7	8	3	4	5	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,4	6,6	7,2	7,6	8,4	6,6	6,8	7,4	8,2	8,8

< 4,0 бала – дуже низька [6]. Отже, застосування лущення зерна підвищує загальну кулінарну оцінку крупи № 1 від середньої до дуже високої. Загальна кулінарна оцінка крупи із зерна полби сорту Голіковська була подібною значенням лінії LP 1152.

Оскільки крупність крупи подрібненої № 2 суттєво не поступалася крупі № 1, органолептична оцінка каші була подібною (табл. 5). Під час варіння обох номерів круп не спостерігається утворення слизу, що забезпечує високу зовнішню привабливість каші та добру консистенцію (розсипчастість).

Крупа № 3 мала значно менші геометричні розміри крупинок, що значно вплинуло на органолептичні показники (табл. 6). Так, ця крупа, насамперед, відрізняється від круп № 1 і 2 кращою консистенцією каші під час розжовування – в середньому на 1,5 пункта (4–9 балів). Через значно менші розміри зовнішніх оболонки. За збільшення індексу лущення запах каші із зерна сорту Голіковська посилюється, а розсипчастість зменшується. Під час варіння крупи № 3 також не утворювався слиз. Загальна кулінарна якість цієї крупи була на високому рівні попри використання нелущеного зерна. За індексу лущення зерна 6–11 % пшениці полби лінії LP 1152 досягається дуже висока кулінарна якість каші.

Результати досліджень щодо впливу тривалості лущення на загальну кулінарну оцінку крупи з пшениці полби підтверджують дані інших досліджень. Відомо [2], що загальна кулінарна оцінка змінювалася переважно внаслідок покращення показників кольору і консистенції каші під час розжовування. Вони мали обернену залежність від вмісту оболонок, тому найбільший індекс лущення (11,6 %) забезпечував найкращий результат кулінарної оцінки – 8,9 бала. В інших дослідженнях [14] наводиться про позитивний вплив лущення зерна голозерного овесу на органолептичні показники (колір і консистенцію під час розжовування). Очевидно, що така тенденція зумовлена нижчим вмістом оболонок у зернівці проти інших видів пшениці, а також морфологічними різницями із злаковими.

На основі проведеного дисперсійного аналізу встановлено, що необхідно застосовувати зерно пшениці полби з індексом лущення 3 %. Це забезпечить отримання подрібненої крупи з високими показниками якості. Для одержання круп з дуже високими якісними показниками слід лущити до значення індексу лущення 9–11 %. Крупа, отримана із зерна лінії LP 1152, має вищу кулінарну якість проти крупи, яку отримали з сорту Голіковська.

Таблиця 5 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 2 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення					Індекс лущення				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	8	8	9	8	9	8	8	8	8	8
Колір	4	4	6	6	8	4	4	6	7	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	8	8	7	8	8	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	4	5	6	7	8	3	4	5	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,4	6,6	7,2	7,6	8,4	6,6	6,8	7,4	8,2	8,8

Таблиця 6 – Органолептична оцінка крупи подрібненої № 3 з пшениці полби, бал

Показники	Сорт Голіковська					Лінія LP 1152				
	Індекс лущення					Індекс лущення				
	0	3	6	9	11	0	3	6	9	11
Запах	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8
Колір	5	5	6	8	8	5	6	8	9	9
Смак	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція	7	7	6	7	7	9	9	9	9	9
Консистенція каші під час розжовування	5	6	7	8	9	4	5	7	8	9
Загальна кулінарна оцінка	6,8	7	7,2	8,2	8,4	7	7,4	8,2	8,6	8,8



**Висновки.** Найбільший вплив на вихід крупи має тривалість лушення. Сортові особливості впливають менше, однак достовірно. Застосування крупнішого зерна здатне забезпечити вищий вихід подрібнених круп більшої фракції (№ 1 і 2). Використання зерна із більшим умістом оболонки забезпечує вищий загальний вихід круп.

Кулінарна якість подрібненої крупи найбільше залежить від тривалості лушення. Сортові особливості впливають на кулінарну якість неістотно. Вищою кулінарною якістю характеризувалися крупи, одержані з зерна полби лінії LP 1152. За тривалістю лушення упродовж 40–80 с, що в середньому відповідає індексу лушення 3–6 %, високий показник кулінарної оцінки (6,6–8,0 бала) мають крупи № 1 і 2. Дуже високу кулінарну якість круп забезпечує застосування лушення зерна впродовж 120–160 с (індекс лушення 9–11 %).

Під час виробництва подрібненої крупи із зерна пшениці полби оптимально використовувати зерно лінії LP 1152 з індексом лушення 3–6 %. Так забезпечується високий загальний вихід круп (85,0–84,6 %), висока кулінарна якість каші, а крупи можна визнавати як цільнозерновий продукт.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Morris C.F. Grain Quality Attributes for Cereals Other than Wheat. Encyclopedia of Food Grains. 2016. Vol. 3. P. 257–261.
2. Любич В.В., Новіков В.В., Лещенко І.А. Вплив тривалості лушення на водотеплового оброблення зерна на вихід і кулінарну оцінку плющеної крупи із пшениці полби. Вчені записки Таврійського національного університету. 2019. Т. 30 (69). № 6. С. 107–112.
3. Arcila J.A., Rose D.J. Repeated cooking and freezing of whole wheat flour increases resistant starch with beneficial impacts on in vitro fecal fermentation properties. J. Funct. Foods. 2015. Vol. 12. P. 230–236.
4. Frolich W., Aman P., Tetens I. Whole grain foods and health – a Scandinavian perspective. Food & Nutrition Research, 2013. 57(1). P. 185–190.
5. Perspective: A Definition for Whole-Grain Food Products – Recommendations from the Healthgrain Forum / Alastair B Ross et al. Advances in Nutrition (AN/Adv Nutr), 2017. Vol. 8(4). P. 525–531.
6. Любич В.В. Круп'яні властивості зерна пшениці м'якої озимої залежно від сорту. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. № 2. С. 94–101.
7. Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянецька І.О. Вихід і якість круп'яних продуктів із зерна сортів і ліній пшениць. Вісник Полтавської Державної Аграрної Академії. 2017. (4). С. 11–17.
8. Dhanavath S., Prasada Rao U.J.S. Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccum* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. Journal of Food Science, 2017. Vol. 82(10). P. 2243–2250.

9. Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrack]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties / Lachman J. et al. Plant, Soil and Environment. 2012. Vol. 58 (No. 1). P. 15–21.

10. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах / Крошко Г.Д. та ін. Київ: Віпол, 1998. 163 с.

11. Возіян В.В. Вплив параметрів лушення та водотеплової обробки зерна на вихід і кулінарну оцінку плющеної крупи із пшениці спельти. Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 17 (1). С. 13–16.

12. Любич В.В., Полянецька І.О. Якість цілої крупи із зерна спельти залежно від індексу його лушення та водно-теплової обробки. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. № 2. P. 34–39.

13. Удосконалення процесу водотеплового оброблення і лушення зерна пшениці спельти під час виробництва крупи / Любич В.В. та ін. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. № 3(11 (99)). С. 40–51.

14. Zhang Z., Wang X., Ma S. Effects of Peeling with Flexible Alloy Blade on Naked Oats. Grain & Oil Science and Technology. 2018. Vol. 1(3). P. 131–137.

15. Efficient chemo-enzymatic gluten detoxification: reducing toxic epitopes for celiac patients improving functional properties / Ribeiro M. et al. Sci Rep. 2015. Vol. 5. P. 180–187.

16. Grain mineral density of bread and durum wheat landraces from geo-chemically diverse native soils / Vázquez J.F. et al. Crop Pasture Sci. 2018. Vol. 69. P. 335–346.

17. *Triticum aestivum* ssp. *vulgare* and ssp. *spelta* cultivars. Functional evaluation / Rodríguez-Quijano M. et al. European Food Research and Technology. 2019. URL: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=journal&issn=1438-2377>.

18. Исследование свойств полбы / Зверев С.В. и др. Хлебопродукты. 2016. № 1. С. 66–67.

19. Grain quality of emmer germplasm (*Triticum dicoccon*) from the National Collection of Bulgaria / Desheva G.N. et al. Phytologia balcanica. 2016. Vol. 22 (2). P. 223–232.

20. Lacko-Bartošová M., Čurná V., Lacko-Bartošová L. Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. Research Journal of Agricultural Science. 2015. Vol. 47(1). P. 3–10.

#### REFERENCES

1. Morris, C.F. (2016). Grain Quality Attributes for Cereals Other than Wheat. Encyclopedia of Food Grains. Vol. 3, pp. 257–261.
2. Liubych, V.V., Novikov, V.V., Leshchenko, I.A. (2019). Vplyv tryvalosti lushhennja na vodoteplovogo obroblynnja zerna na vyhid i kulinaru ocinku pljushhenoi' krupy iz pshenyци polby [Influence of the duration of dehulling and water heat treatment grain obtaining and culinary evaluation of wheat rolled cereal emmer]. Vcheni zapysky Tavrijs'kogo nacional'nogo universytetu [Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical Sciences]. Vol. 30 (69), no. 6, pp. 107–112.
3. Arcila, J.A., Rose, D.J. (2015). Repeated cooking and freezing of whole wheat flour increases resistant starch with beneficial impacts on in vitro fecal fermentation properties. J. Funct. Foods. Vol. 12, pp. 230–236.

4. Frolich, W., Åman, P., Tetens, I. (2013). Whole grain foods and health – a Scandinavian perspective. *Food & Nutrition Research*. no. 57(1), pp. 185–190.

5. Alastair B, Ross, Jan-Willem van der, Kamp, Roberto, King, Kim-Anne, Lê, Heddie, Mejbourn, Chris J, Seal, Frank, Thielecke. (2017). Perspective: A Definition for Whole-Grain Food Products – Recommendations from the Healthgrain Forum. *Advances in Nutrition (AN/Adv Nutr)*. Vol. 8 (4), pp. 525–531.

6. Liubych, V.V. (2019). Krup'jani vlastyvoli zerna pshenyци m'jakoї ozymoї zalezno vid sortu [Cereal properties of grain of bread wheat depending on the variety]. *Visnyk Harkivs'kogo nacional'nogo tehnichnogo universytetu sil'skogo gospodarstva imeni Petra Vasylenka [Bulletin of Kharkiv State Technical university of Agriculture name Peter Vasilenko]*, no. 2, pp. 71–79.

7. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Polyanetska, I.O. (2017). Vykhid i yakist krupianykh produktiv iz zerna sortiv i liniї pshenyts [Yield and quality of cereals from wheat grains and lines]. *Visnyk Poltav's'koi Derzhavnoi Agrarnoi Akademii [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, no. 4, pp. 11–17.

8. Dhanavath, S., Prasada Rao, U.J.S. (2017). Nutritional and Nutraceutical Properties of *Triticum dicoccum* Wheat and Its Health Benefits: An Overview. *Journal of Food Science*. Vol. 82(10), pp. 2243–2250.

9. Lachman, J., Orsák, M., Pivec, V., Jírů, K. (2012). Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum monococcum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrank]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 58(1), pp. 15–21.

10. Kroshko, G., Levchenko, V., Nazarenko, L. (1998). Pravyla organizacii i vedennja tehnologichnogo procesu na krup'janyh zavodah [The rules of organization and management process in cereal plants]. Kyiv, Vipol, 163 p.

11. Voziyan, V.V. (2017). Vplyv parametriv lushhennja ta vodoteplovoi obrobky zerna na vyhid i kulinaru ocinku pljushhenoi krupy iz pshenyци spel'ty [Influence parameters unhusking and water heat treatment grain yield and culinary rating of wheat rolled cereal spelt]. *Zernovi produkty i kombikormy [Grain Products and Mixed Fodder's]*, no. 17(1), pp. 13–16.

12. Liubych, V.V., Polyanetska, I.O. (2015). Jakist' ciloi krupy iz zerna spel'ty zalezno vid indeksu jogo lushhinnja ta vodno-teplovoi obrobky [Quality of cereals grain of spelt wheat depending on the index its unhusking and water-heat processing]. *Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva [Bulletin of Uman NUH]*, no. 1, pp. 34–39.

13. Liubych, V., Novikov, V., Polianetska, I., Usyk, S., Petrenko, V., Khomenko, S., Moskalets, T. (2019). Udoskonalennja procesu vodoteplovogo obroblynnja i lushhennja zerna pshenyци spel'ty pid chas vyrobnyctva krupy [Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. no. 3(11 (99)), pp. 40–51.

14. Zhang, Z., Wang, X., Ma, S. (2018). Effects of Peeling with Flexible Alloy Blade on Naked Oats. *Grain & Oil Science and Technology*. Vol. 1 (3), pp. 131–137.

15. Ribeiro, M., Nunes, F.M., Guedes, S., Domingues, P., Silva, A.M., Carrillo, J.M., Rodríguez-Quijano, M., Branlard, G., Igrejas, G. (2015). Efficient chemo-enzymatic

gluten detoxification: reducing toxic epitopes for celiac patients improving functional properties. *Sci Rep*. Vol. 5, pp. 180–187.

16. Vázquez, J.F., Chacón, E.A., Carrillo, J.M., Benavente, E. (2018). Grain mineral density of bread and durum wheat landraces from geo-chemically diverse native soils. *Crop Pasture Sci*. Vol. 69, pp. 335–346.

17. Rodríguez-Quijano, M., Vargas-Kostiuk, M.E., Ribeiro, M., Callejo, M.J. (2019). *Triticum aestivum ssp. vulgare* and *ssp. spelta* cultivars. Functional evaluation. *European Food Research and Technology*. Available at: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=journal&isn=1438-2377>.

18. Zverev, S.V., Pankrat'eva, I.A., Chirkova, L.V., Polituha, O.V., Vitol, I.S., Starichenkov, A.A. (2016). Issledovanie svojstv polby [Research of emmer wheat properties]. *Hleboprodukty [Bakery products]*, no. 1, pp. 66–67.

19. Desheva, G.N., Kyosev, B.N., Stoyanova S.D., Sabeva, M.D. (2016). Grain quality of emmer germplasm (*Triticum dicoccon*) from the National Collection of Bulgaria. *Phytologia balcanica*. Vol. 22 (2), pp. 223–232.

20. Lacko-Bartošová, M., Čurná, V., Lacko-Bartošová L. (2015). Emmer – ancient wheat suitable for ecological farming. *Research Journal of Agricultural Science*. Vol. 47(1), pp. 3–10.

#### Выход и качество дробленых круп из зерна пшеницы полбы

Любич В.В., Лещенко И.А., Сторожик Л.И., Войтовская В.И

В статье приведены результаты исследования выхода круп дробленых, их кулинарное качество в зависимости от индекса шелушения зерна разных сортов пшеницы полбы. В качестве сырья для производства круп использовано зерно пшеницы полбы сорта Голиковская и линии LP 1152. Установлено достоверное ( $p \leq 0,05$ ) влияние на общий выход круп дробленых различной продолжительности шелушения зерна. Уменьшение общего выхода круп сопровождается увеличением выхода муки. Применение крупного зерна (линия LP 1152) обеспечивает существенное повышение общего выхода дробленых круп. Шелушение зерна способствовало уменьшению общего выхода круп и круп измельченных № 1 и № 2. В то же время проходило увеличение выхода мелкой фракции крупы № 3. Использование зерна с высоким содержанием оболочек обеспечивает высокий выход круп большей крупности.

Общий выход крупы из пшеницы полбы линии LP 1152 изменялся от 83,6 до 86,0 % в зависимости от индекса шелушения зерна. При использовании зерна выход крупы № 1 составлял  $9,3 \pm 0,3$  %, крупы № 2 –  $54,5 \pm 0,6$  %, крупы № 3 –  $22,2 \pm 0,9$  %. Применение шелушения зерна пшеницы полбы снижало выход крупы № 1 до  $6,0 \pm 0,3$  %, крупы № 2 – до  $50,4 \pm 0,4$  %. Выход крупы № 3 увеличивался до  $27,2 \pm 0,7$  % в варианте с высшим индексом шелушения. Наименьшее количество муки (9,0 %) получено при использовании зерна без шелушения. Шелушение приводит к увеличению выхода до 11,5 % при использовании лущеного зерна (индекс шелушения 11 %). Связи между механическими потерями, отходами I и II категории и применением шелушения зерна не уста-

новлено. Общий выход крупы из пшеницы полбы сорта Голиковская изменялся от 77,5 до 76,0 % в зависимости от индекса шелушения зерна. Выход крупы по номерам изменялся подобно линии пшеницы полбы.

Основное значение в изменении продолжительности варки, коэффициента разваривания и органолептических показателей имеет коэффициент шелушения зерна. Сортовые особенности значительного влияния не имели. Сокращение продолжительности варки наблюдалось при увеличении индекса шелушения зерна, а также при использовании крупы мелкой фракции. Основным фактором, который влиял на повышение общей кулинарной оценки круп, является улучшение показателей цвета и консистенции при разжевывании в результате повышения индекса шелушения. При индексе шелушения зерна 3–6 % кулинарная оценка была на высоком уровне. Очень высокую кулинарную оценку круп обеспечивает применение шелушения зерна в течение 120–160 с (индекс шелушения 9–11 %).

При производстве дробленых круп из зерна пшеницы полбы оптимально использовать зерно линии LP 1152 с индексом шелушения 3–6 %. При этом режиме переработки обеспечивается высокий общий выход крупы (85,0–84,6 %) и высокая кулинарная оценка каши.

**Ключевые слова:** пшеница полба, зерно, шелушение, крупа дробленая, кулинарная оценка.

#### The yield and the quality of crushed cereals from the polba wheat grain

Liubych V., Leshchenko I., Storozhyk L., Voitovska V.

The article presents the results of research on the yield of crushed cereals, its culinary quality depending on the index of grain peeling of different varieties of spelled wheat. Holikovska wheat grain and LP 1152 line were used as raw materials for cereal production. A significant ( $p \leq 0.05$ ) effect on the total yield of crushed cereals of different grain peeling duration was established. A decrease in the total yield of cereals was accompanied by an increase in the yield of flour. The use of larger grains (line LP 1152) provides a significant increase in the total yield of crushed cereals.

Peeling of grain helped to reduce the total yield of cereals and crushed cereals № 1 and № 2. At the same time, there was an increase in the yield of fine fraction of cereals № 3. The use of grain with a higher content of shells provides a higher yield of larger grains.

The total yield of wheat spelled from line LP 1152 varied from 83.6 to 86.0 % depending on the grain husking index. When using grain, the yield of cereals № 1 was  $9.3 \pm 0.3$  %, cereals № 2 –  $54.5 \pm 0.6$  %, cereals № 3 –  $22.2 \pm 0.9$  %. The use of husking of spelled wheat grain reduced the yield of cereals № 1 to  $6.0 \pm 0.3$  %, cereals № 2 – to  $50.4 \pm 0.4$  %.

The grain yield № 3 increased to  $27.2 \pm 0.7$  % in the variant with the highest peeling index. The lowest amount of flour (9.0 %) was obtained using unhulled grain. Peeling causes an increase in yield to 11.5 % with the use of hulled grain (peeling index 11 %). No association has been established between mechanical losses, category I, II wastes, and the use of grain husking. The total yield of Holikovska spelled wheat groats varied from 77.5 to 76.0 % depending on the grain-husking index. The yield of cereals by numbers varied like a line of spelled wheat.

The main importance in changing the duration of cooking, boiling ratio and organoleptic characteristics is the coefficient of grain peeling. Varietal features did not have a significant impact and had similar meanings. The reduction in cooking time was observed with an increase in the index of grain peeling, as well as with the use of cereals of a smaller fraction. The main factor that influenced the improvement of the overall culinary quality of cereals is the improvement of color and consistency during chewing because of increasing the peeling index. With a grain-peeling index of 3–6 %, the culinary quality was at a high level. Very high culinary quality of cereals is ensured by the use of grain husking for 120–160 s (peeling index 9–11 %).

When producing crushed groats from spelled wheat grain, it is optimal to use LP 1152 grain with a peeling index of 3–6 %. This ensures a high total yield of cereals (85.0–84.6 %) and high culinary quality of porridge.

**Key words:** spelled wheat, grain, peeling, crushed groats, culinary evaluation.



Copyright: Любич В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Любич В.В.  
Сторожик Л.І.  
Войтовська В.І.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1587-1477>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5538-461X>