

## ВПЛИВ ГЕНОТИПУ І ПОГОДНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ БОРОШНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ МИРОНІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Н.В. Василенко<sup>1</sup>, І.В. Правдзіва<sup>2</sup>, В.Т. Колючий<sup>3</sup>, А.А. Лисенко<sup>4</sup>

<sup>3</sup>кандидат біологічних наук

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН

вул. Центральна, 68, с. Центральне Миронівського р-ну Київської обл., 08853, Україна

e-mail: <sup>1</sup>Vasylenkonadia97@gmail.com, <sup>2</sup>irinaprawdzyva@gmail.com, <sup>3</sup>mwheats@ukr.net,

<sup>4</sup>LisenkoAnna89@gmail.com

Надійшла 26.07.2019

**Мета.** Визначити частки впливу генотипу та погодних умов вирощування на зумовленість фізичних і хлібопекарських властивостей борошна нових сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції. **Методи.** Загальнонаукові та спеціальні: лабораторні, технологічного аналізу борошна, математико-статистичні. **Дослідження** проводили у 2015–2017 рр. на базі Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП). **Предметом** досліджень були показники якості борошна: уміст білка та сирого клейковини, індекс деформації клейковини (ІДК), «сила» борошна (W), конфігурація альвеограми (P/L), об'ємний вихід хліба, які визначали на нових сортах пшениці м'якої ярої Сімкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Божена, Оксамит миронівський, Дубравка, МІП Світлана, Елегія миронівська (стандарт). **Результати.** Вирішальну роль у формуванні фізичних ознак якості борошна пшениці м'якої ярої відіграли умови вирощування, варіювання показників було в межах (49,6–96,5%). Частка впливу генотипу була нижчою (до 32,6%), але за більшістю показників достовірною. Найвищий відсоток впливу генотипової складової відзначали за показниками якості: «силою» борошна та індексом деформації клейковини (32,6 і 28,8% відповідно). У середньому за роками вищі (280 о. а.) значення «сили» борошна мали сорти Сімкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Божена і Оксамит миронівський. Стабільно високий рівень ознаки формували сорти МІП Злата (315–380 о. а.) і Оксамит миронівський (336–432 о. а.). Перевищували стандарт (783 см<sup>3</sup>) за об'ємом хліба сорти Сімкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Божена, Оксамит миронівський та Дубравка. За показником ІДК більшість сортів відповідали I групі якості клейковини. **Висновки.** Установлено визначальний вплив фактора умов року вирощування та менший, але достовірний — генотипу сорту на більшість досліджуваних ознак якості борошна пшениці м'якої ярої. Фактор генотипу істотно впливав на індекс деформації клейковини та «силу» борошна. Серед досліджуваних сортів за фізичними і хлібопекарськими властивостями борошна вирізнялися сорти Сімкода миронівська, МІП Злата, Оксамит миронівський і Панянка, які за «силою» борошна належать до групи сильних пшениць і можуть бути використані в селекції як джерело цієї ознаки.

**Ключові слова:** білок, сира клейковина, індекс деформації клейковини, «сила» борошна, об'ємний вихід хліба.

DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk2019010-08>

Для отримання високопродуктивних посівів зернових із доброю якістю зерна, зокрема пшениці м'якої ярої, має поєднуватися багато факторів. Лише за створення сприятливих умов вирощування та дотримання всіх заходів, яких потребує певна культура, можлива повна реалізація потенціалу врожайності та якості зерна окремо взятого сорту. На фоні умов вирощування значний вплив на показники якості зерна має і генотип сорту [1], тому в селекції пшениці м'якої ярої велику увагу приділяють створенню сортів із високим потенціалом та низкою цінних ознак.

**Аналіз останніх джерел і публікацій.** Якість зерна і борошна пшениці характеризується такими основними показниками: маса 1000 зерен, натурна маса, склоподібність, пошкодження клопом-черепашкою, уміст білка, сирової клейковини та її якість, «сила» борошна, пружність і розтяжність тіста, співвідношення пружності і розтяжності, об'ємний вихід хліба та ін.

У проблемі підвищення якості пшениці важливо виявити закономірності формування окремих технологічних показників у різних умовах і цілеспрямовано їх використовувати. За варіювання агрометеорологічних умов вирощування змінюються врожайність та якість зернових культур [2–4]. Показники якості зерна та хлібопекарські властивості борошна більшою мірою залежать від погодних умов, що склалися в період наливу і дозрівання зерна, та від генотипу сорту [5–8]. Це підтверджують і дослідження, проведені в Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН [9–11].

Нестабільність погодних умов у регіонах вирощування пшениці ярої спонукає селекціонера до вивчення зв'язку між ними та показниками якості вирощеного зерна і борошна нових сортів пшениці м'якої ярої. Визначення частки впливу факторів на показники якості дасть можливість виявити ознаки, які значно можна підсилити селекційним способом.

**Мета досліджень** — визначити частку впливу факторів «генотип» і «погодні умови» на фізичні та хлібопекарські властивості борошна нових сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили в 2015–2017 рр. на базі Миронівського інституту пшениці

імені В.М. Ремесла НААН (МІП). Вивчали вплив 2-х факторів (генотипу сорту та погодних умов років вирощування) на показники якості борошна 8-ми сортів пшениці м'якої ярої лабораторії селекції ярої пшениці МІП — Сімкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Божена, Оксамит миронівський, Дубравка, МІП Світлана та Елегія миронівська (стандарт). Показники якості визначали в лабораторії якості зерна (МІП) з використанням загальноприйнятих методик [12, 13] та приладів, зокрема отримання борошна 70% виходу — за допомогою млина Buhler МЛУ-202; уміст білка — «Спектран 119-М»; «сирої» клейковини — центрифугування з відмиттям її вручну; індекс деформації клейковини (ІДК) — ІДК-1М; «сила» борошна (W) і конфігурація альвеограми (P/L) — альвеограф Chorin; замішування тіста — тістомісилка типу Свансона, модель 100-200 А; термостат — модель 505-СС; випікання хлібців — електрична піч із горизонтально-обертливим подом (t 230°C), об'ємний вихід хліба — ОМХ-1.

Статистичне опрацювання даних проводили з використанням пакета прикладних програм Excel, методами описової статистики і дисперсійного аналізу 2-факторного дослідження [12].

Погодні умови років досліджень істотно різнилися за температурою повітря та вологозабезпеченням, що дало можливість визначити достовірну генотипову зумовленість фізичних властивостей борошна пшениці м'якої ярої.

Період наливу і дозрівання зерна 2015 р. вирізнявся достатнім зволоженням і підвищеним теплозабезпеченням. Травень характеризувався понаднормовою кількістю опадів (125%) та перевищенням середньодобової (с. д.) температури повітря на 0,7°C до середньобогаторічного (с. б.) показника. У червні спостерігалася значна кількість зливових опадів (131% до с. б. рівня) за перевищення температури повітря на 1,5°C, що призвело до вилягання. Посушливим виявився липень (58% опадів до с. б. кількості з перевищенням с. б. температури на 1,4°C), але на фізичних властивостях борошна пшениці ярої такі умови істотно не позначилися, за винятком ознак хлібопекарської якості в деяких сортах.

1. Ступінь істотності асиметрії ознак якості пшениці м'якої ярої (МІП, 2015–2017 рр.)

| Параметри числової характеристики                                  | Уміст |                  | ІДК   | «Сила» борошна | P/L   | Об'ємний вихід хліба |
|--|-------|------------------|-------|----------------|-------|----------------------|
|  | білка | сирої клейковини |       |                |       |                      |
| Ексцес ( $E_x$ )   | -0,84 | -0,41            | -1,18 | -0,03          | -0,69 | 1,28                 |
| Асиметричність ( $A_s$ )   | -0,13 | 0,26             | 0,09  | 0,71           | 0,46  | 1,02                 |
| Середньоквадратична похибка ексцесу ( $\sigma E_x$ )               | 0,80  | 0,80             | 0,80  | 0,80           | 0,80  | 0,80                 |
| Середньоквадратична похибка коефіцієнта асиметрії ( $\sigma A_s$ ) | 0,45  | 0,45             | 0,45  | 0,45           | 0,45  | 0,45                 |
| $ E_x/\sigma E_x $   | 1,05  | 0,51             | 1,48  | 0,03           | 0,87  | 1,59                 |
| $ A_s/\sigma A_s $   | 0,30  | 0,58             | 0,19  | 1,56           | 1,01  | 2,26                 |

У травні та червні 2016 р. випало в середньому 125,4% опадів до с. б. кількості, при цьому температура повітря була наближеною до с. б., що сприяло нормальному росту і розвитку рослин пшениці м'якої ярої. Липень був посушливим (50 мм, або 59,5%) із перевищенням с. д. температури на 1,7°C до с. б. Такі умови частково знизили вміст білка і сирої клейковини в досліджуваних сортах.

У травні–липні 2017 р. кількість опадів була недостатньою (у середньому 62,8% до с. б.) із перевищенням с. д. температури повітря на 1,0°C, що негативно вплинуло на формування і налив зерна, знизило кількість клейковини, але не позначилося на її якості, «силі» борошна та об'ємному виході хліба.

**Результати досліджень.** Залежно від характеру розподілу отриманих 3-річних даних застосовували способи математико-статистичної обробки. Ступінь істотності асиметрії оцінювали за співвідношенням коефіцієнта асиметрії і середньої квадратичної похибки її коефіцієнта, а істотність ексцесу розподілення — за співвідношенням ексцесу і середньоквадратичної його похибки (табл. 1).

Отримані дані за всіма досліджуваними показниками були наближеними до нормального розподілу, оскільки ступінь істотності асиметрії і ексцесу відповідав  $|A_s/\sigma A_s| \leq 3$  та  $|E_x/\sigma E_x| \leq 3$  відповідно. Такий розподіл показників дав можливість використовувати методи параметричної статистики.

Дисперсійний аналіз показав, що погодні умови років вирощування мали визначальний

вплив (49,6–96,5%) на всі досліджувані ознаки якості (табл. 2). Установлено істотну генотипову складову показника індексу деформації клейковини (28,8%) та значну, але не достовірну — «сили» борошна (32,6%). Фактор «генотип сорту» незначно, але достовірно впливав на об'ємний вихід хліба, конфігурацію альвеограми, уміст білка та сирої клейковини в борошні (відповідно 5,8; 9,5; 2,8; 6,4% за  $p \leq 0,05$ ).

Упродовж років досліджень середній уміст білка в досліді був на рівні 12,6% (табл. 3). Вище значення цього показника (13,5%) мав сорт Сімкода миронівська. Високий уміст (29,0 і 27,1%) сирої клейковини та об'ємний вихід хліба (1030 і 1070 см<sup>3</sup>) відповідно формували сорти Сімкода миронівська і Панянка.

Якість клейковини всіх досліджуваних генотипів за показником ІДК відповідала I групі, крім сорту МІП Світлана. Сорти МІП Злата і Божена за вмістом клейковини були в межах стандарту.

Показник конфігурації альвеограми досліджуваного сортименту залишався на рівні сорту-стандарту — P/L=1,6 ( $\pm 0,5$ ).

Максимальні значення (327–414 о. а.) «сили» борошна в середньому за роки досліджень, включаючи стандарт Елегія миронівська, мали сорти Сімкода миронівська, МІП Злата, Панянка та Оксамит миронівський, які за цією ознакою задовольняли вимоги (280 о. а.) до сильної пшениці. Ці сорти та сорт Дубравка за об'ємним виходом хліба зі 100 г борошна перевищували стандарт на 40–290 см<sup>3</sup>.

**2. Результати дисперсійного аналізу ознак якості пшениці м'якої ярої (МІП, 2015 – 2017 рр.)**

| Джерела варіації                | df | SS        | MS       | Частка впливу, % | F факт  |
|---------------------------------|----|-----------|----------|------------------|---------|
| <i>Уміст білка</i>              |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 85,2      |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 73,5      | 36,8     | 96,5             | 131,07* |
| Сорт                            | 7  | 7,5       | 1,1      | 2,8              | 3,80**  |
| Невраховані фактори             | 15 | 4,2       | 0,3      | 0,7              |         |
| <i>Уміст сирової клейковини</i> |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 911,5     |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 689,7     | 344,8    | 92,6             | 94,11*  |
| Сорт                            | 7  | 166,9     | 23,8     | 6,4              | 6,51*   |
| Невраховані фактори             | 15 | 55,0      | 3,7      | 1,0              |         |
| <i>ІДК</i>                      |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 2664,6    |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 660,3     | 330,1    | 60,3             | 5,50**  |
| Сорт                            | 7  | 1104,0    | 157,7    | 28,8             | 2,63*** |
| Невраховані фактори             | 15 | 900,4     | 60,0     | 11,0             |         |
| <i>«Сила» борошна</i>           |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 209274,0  |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 34893,3   | 17446,6  | 49,6             | 2,78*** |
| Сорт                            | 7  | 80346,7   | 11478,1  | 32,6             | 1,83    |
| Невраховані фактори             | 15 | 94034,1   | 6268,9   | 17,8             |         |
| <i>Конфігурація альвеограми</i> |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 11,7      |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 7,4       | 3,7      | 88,2             | 38,5*   |
| Сорт                            | 7  | 2,8       | 0,4      | 9,5              | 4,1**   |
| Невраховані фактори             | 15 | 1,5       | 0,1      | 2,3              |         |
| <i>Об'ємний вихід хліба</i>     |    |           |          |                  |         |
| Загальні                        | 24 | 2000850,0 |          |                  |         |
| Рік                             | 2  | 1544775,0 | 772387,5 | 93,2             | 98,28*  |
| Сорт                            | 7  | 338183,3  | 48311,9  | 5,8              | 6,15*   |
| Невраховані фактори             | 15 | 117891,7  | 7859,4   | 0,9              |         |

\*P≤0,01; \*\*P≤0,05; \*\*\*P≤0,10.

**3. Показники якості борошна сортів пшениці м'якої ярої (МІП, середнє 2015 – 2017 рр.)**

| Сорт                          | Уміст, % |                    | ІДК, од. приладу ВДК | «Сила» борошна, о, а, | P/L  | Об'ємний вихід хліба, см <sup>3</sup> |
|-------------------------------|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|------|---------------------------------------|
|                               | білка    | сирової клейковини |                      |                       |      |                                       |
| Елегія миронівська — стандарт | 13,3     | 25,5               | 59                   | 396                   | 1,60 | 783                                   |
| Сімкода миронівська           | 13,5     | 29,0               | 57                   | 327                   | 1,13 | 1030                                  |
| Панянка                       | 12,8     | 27,1               | 56                   | 340                   | 1,51 | 1073                                  |
| МІП Злата                     | 12,9     | 25,4               | 65                   | 351                   | 1,66 | 897                                   |
| Божена                        | 12,5     | 25,9               | 63                   | 288                   | 1,20 | 823                                   |
| Оксамит миронівський          | 12,4     | 23,4               | 49                   | 414                   | 2,14 | 827                                   |
| Дубравка                      | 11,9     | 21,0               | 49                   | 279                   | 1,93 | 917                                   |
| МІП Світлана                  | 12,1     | 22,0               | 44                   | 228                   | 1,27 | 743                                   |
| X                             | 12,6     | 24,9               | 55                   | 328                   | 1,56 | 887                                   |
| min                           | 11,9     | 21,0               | 44                   | 228                   | 1,13 | 743                                   |
| max                           | 13,5     | 29,0               | 65                   | 414                   | 2,14 | 1073                                  |

Посушливі умови 2017 р. сприяли формуванню високого вмісту білка та сирової клейковини

(max — 14,5 та 33,7% відповідно), що дало змогу отримати об'ємний хліб (max — 1480 см<sup>3</sup>).

## Висновки

Установлено визначальний вплив умов року вирощування та менший, але достовірний — генотипу сорту на більшість досліджуваних ознак якості борошна пшениці м'якої ярої. Генотип сорту істотно впливав на індекс деформації клейковини і «силу» борошна. Крім досліджуваного

сортименту, вищим рівнем фізичних і хлібопекарських властивостей борошна вирізнялися сорти Симкода миронівська, МІП Злата, Оксамит миронівський і Панянка, які за «силою» борошна належать до групи сильних пшениць і можуть бути використані в селекції як джерело цієї ознаки.

**Василенко Н.В.<sup>1</sup>, Правдзива І.В.<sup>2</sup>, Коліучий В.Т.<sup>3</sup>, Лысенко А.А.<sup>4</sup>**

*Миронівський інститут пшениці імені В.Н. Ремесло НААН, ул. Центральная, 68, с. Центральное Миронівського р-на Київської обл., 08853, Україна; e-mail: <sup>1</sup>Vasylenkonadia97@gmail.com, <sup>2</sup>irinapravdziva@gmail.com, <sup>3</sup>mwheats@ukr.net, <sup>4</sup>LisenkoAnna89@gmail.com*

**Влияние генотипа и погодных условий на качество муки пшеницы мягкой яровой миронивской селекции**

**Цель.** Определить степень влияния генотипа и погодных условий выращивания на обусловленность физических и хлебопекарных свойств муки новых сортов пшеницы мягкой яровой миронивской селекции. **Методы.** Общонаучные и специальные: лабораторные, технологического анализа муки, математико-статистические. Исследования проводили в 2015–2017 гг. на базе Миронівського інститута пшениці імені В.Н. Ремесло НААН. Предметом исследований были показатели качества муки: содержание белка и сырой клейковины, индекс деформации клейковины (ИДК), «сила» муки (W), конфигурация альвеограммы (P/L), об'ємний вихід хліба, которые определяли на новых сортах пшеницы мягкой яровой (Симкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Боженка, Оксамит миронівський, Дубравка, МІП Світлана, Елэгія миронівська (стандарт)). **Результаты.** Решающую роль в формировании физических свойств качества муки пшеницы мягкой яровой сыграли условия выращивания, варьирование показателей было в пределах (49,6–96,5%). Степень влияния генотипа была ниже (до 32,6%), но по большинству показателей достоверной. Самый высокий процент влияния генотипической составляющей отмечали по показателям качества: «сила» муки и индекс деформации клейковины (32,6 и 28,8% соответственно). В среднем по годам высокие (280 е.а.) значения «силы» муки имели сорта Симкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Боженка и Оксамит миронівський. Стабильно высокий уровень признака формировали сорта МІП Злата (315–380 е. а.)

и Оксамит миронівський (336–432 е. а.). Превышали стандарт (783 см<sup>3</sup>) по объему хлеба сорта Симкода миронівська, Панянка, МІП Злата, Боженка, Оксамит миронівський и Дубравка. По показателю ИДК большинство сортов соответствовали I группе качества клейковины. **Выводы.** Установлено определяющее влияние условий года выращивания и меньшее, но достоверное — генотипа сорта на большинство исследуемых признаков качества муки пшеницы мягкой яровой. Фактор генотипа существенно влиял на индекс деформации клейковины и «силу» муки. Среди исследуемых сортов по физическим и хлебопекарным свойствам муки отличались сорта Симкода миронівська, МІП Злата, Оксамит миронівський и Панянка, которые по «силе» муки принадлежат к группе сильных пшениц и могут быть использованы в селекции как источник этого признака.

**Ключевые слова:** белок, сырая клейковина, индекс деформации клейковины, «сила» муки, об'ємний вихід хліба.

DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201910-08>

**Vasylenko N.<sup>1</sup>, Pravdziva I.<sup>2</sup>, Koliuchyi V.<sup>3</sup>, Lysenko A.<sup>4</sup>**

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS, 68 Tsentralna Str., Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>Vasylenkonadia97@gmail.com, <sup>2</sup>irinapravdziva@gmail.com, <sup>3</sup>mwheats@ukr.net, <sup>4</sup>LisenkoAnna89@gmail.com,*

**Influence of genotype and weather environment on quality of flour of soft spring wheat of Myronivka selection**

**The purpose.** To determine extent of influence of genotype and weather environment on conditionality of physical and baking capacities of flour of new grades of soft spring wheat of Myronivka selection. **Methods.** General scientific and special: laboratory, technological analysis of flour, mathematical-statistical. Researches were carried out in 2015–2017 on the basis of Myronivka institute of wheat. Subjects of researches were quality factors

of flour: content of protein and crude gluten, deformation index of gluten (DIG), «force» of flour (W), configuration of alveogram (P/L), volumetric exit of bread which was determined for new grades of soft spring wheat (Simkoda Myronivska, Panianka, MIP Zlata, Bozhena, Oksamyt Myronivskiyi, Dubravka, MIP Svitlana, Elehiia Myronivska (standard)). **Results.** Main role in formation of physical properties of quality of flour of soft spring wheat played conditions of cultivation, variation of indexes was within the limits of 49,6–96,5%. The extent of influence of genotype was lower (to 32,6%), but on the majority of indexes authentic. The highest percentage of influence of genotypic component was registered for quality factors: «force» of flour, and index of deformation of gluten (32,6 and 28,8% accordingly). On the average on years high (280 u.a.) indices of «force» of flour had grades Simkoda Myronivska, Panianka, MIP Zlata, Bozhena, and Oksamyt Myronivskiyi. Stable high level of attribute was formed with grades MIP Zlata (315–380 u.a.)

and Oksamyt Myronivskiyi (336–432 u.a.). Grades Simkoda Myronivska, Panianka, MIP Zlata, Bozhena, Oksamyt Myronivskiyi, and Dubravka exceeded the standard (783 cm<sup>3</sup>) by volume of bread. The majority of grades matched the 1-st group of quality of gluten on GID index. **Conclusions.** They determined crucial influence of conditions of year of growing and smaller, but authentic, of genotype of grade on the majority of probed attributes of quality of flour of soft spring wheat. The factor of genotype essentially influenced index of deformation of gluten and «force» of flour. Grades Simkoda Myronivska, MIP Zlata, Oksamyt Myronivskiyi and Panianka may be allocated among probed grades on physical and baking capacities of flour, which by «force» of flour belong to group of strong wheat, and can be used in selection as a source of that attribute.

**Key words:** protein, crude gluten, index of deformation of gluten, «force» of flour, volumetric exit of bread.

**DOI:** <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201910-08>

## Бібліографія

1. Литвиненко М.А. Роль сорту, як фактора виробництва зерна пшениці м'якої озимої. *Насінництво*. 2015. № 5–6. С. 10–13.
2. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Агрометеорологічні умови формування якості насіння зернових культур. *Агрометеорологічні прогнози*. Одеса: ТЕС, 2010. С. 125–133.
3. Гриб С.И. Урожайность и качество зерна новых белорусских сортов яровой пшеницы. *Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества*: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (10–11 июля, г. Жодино). Минск, 2008. С. 93–96.
4. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 17–23. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201802-03>
5. Колючий В.Т., Блохін М.І. Якість зерна пшениці. *Селекція, насінництво і технологія вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України*; за ред. В.Т. Колючого, В.А. Власенка, Г.Ю. Борсука. Київ: Аграрна наука, 2007. С. 258–324.
6. Nuttall J.G., O'leary G.J., Panozzo J.F. et al. Models of grain quality in wheat. *Field Crops Research*. 2017. V. 202. P. 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.12.011>
7. Филшпова Е.А., Мальцева Л.Т., Банникова Н.Ю., Ефимова А.Г. Влияние природных факторов на вегетационный период, продуктивность и качество сортов мягкой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*. 2011. № 4. С. 6–9.
8. Тихонов В.Е., Зенкова Н.А., Кондрашова О.А. Роль косвенных методов в хлебопекарной оценке зерна яровой мягкой пшеницы. *Зерновое хозяйство*. 2004. № 5. С. 20–23. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.01.23>
9. Правдзіва І.В., Василенко Н.В., Вологдіна Г.Б. та ін. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна. *Миронівський вісник*: зб. наук. праць. Миронівка, 2016. Вип. 3. С. 191–202. [doi: https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119569](https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119569)
10. Василенко Н.В., Правдзіва І.В., Вологдіна Г.Б. та ін. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 3. «Сила» борошна та її складові. *Миронівський вісник*: зб. наук. праць. Миронівка, 2017. Вип. 4. С. 142–151. <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.04.36>
11. Правдзіва І.В., Василенко Н.В., Хоменко С.О. Мінливість показників якості зерна пшениці м'якої ярої залежно від впливу погодних умов. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 3. С. 323–330. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.3.2017.110717>
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур; за ред. А.М. Федина. Москва, 1988. 263 с.
13. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. *Методи визначення показників якості продукції рослинництва*; за ред. С.О. Ткачик. 4-е вид., випр. і доп. Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2015. С. 34–35.
14. Литтл Т.М., Хиллз Ф.Дж. Сельскохозяйственное опытное дело. *Планирование и анализ*; пер. с англ. Б.Д. Кирюшина, под ред. Д.В. Васильевой. Москва: Колос, 1981. 320 с.