

Урожайність та борошномельні властивості сортів пшениці м'якої ярої залежно від умов вирощування

Н. В. Василенко*, І. В. Правдзіва

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: vasylenkonv147@gmail.com

Мета. Визначити вплив різних умов зовнішнього середовища на врожайність та борошномельні властивості нових миронівських сортів пшениці м'якої ярої. **Методи.** Упродовж 2017–2019 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН досліджували 12 сортів пшениці м'якої ярої. Показники якості зерна і борошна визначали згідно із загальноприйнятими методиками. **Результати.** Виявлено, що більш сприятливим для реалізації потенціалу врожайності сортів пшениці ярої був 2019 р., однак умови цього року негативно вплинули на показники якості. За перевищенням на 30–40% сорту-стандарту 'Елегія миронівська' за врожайністю виділено сорти 'Божена' (4,23 т/га), 'Оksamит миронівський' (4,28 т/га), 'МІП Світлана' (4,31 т/га) і 'Дубравка' (4,62 т/га). Сорти 'Сімкода миронівська', 'МІП Злата', 'Божена', 'МІП Візерунок', 'МІП Олександра' виокремлено за поєднанням високих фізичних показників якості зерна. З комплексом кращих показників якості борошна виявлено сорти 'Сімкода миронівська', 'Оksamит миронівський', 'Панянка'. Визначено найстабільніші сорти за врожайністю – 'Сімкода миронівська', 'МІП Злата', 'Божена', 'Оksamит миронівський', 'МІП Світлана', 'МІП Олександра'. За показниками якості, зокрема масою 1000 зерен, – сорти 'Сімкода миронівська', 'МІП Візерунок'; за склоподібністю зерна – високі показники були у більшості сортів, крім 'Елегія миронівська', 'Сімкода миронівська' та 'МІП Олександра'; за натурою зерна та виходом борошна всі сорти мали високі показники; за масовою часткою білка виділявся сорт 'Оksamит миронівський'; за масовою часткою клейковини – сорти 'Дубравка' й 'МІП Олександра'. Дисперсійним аналізом встановлено, що від умов середовища найбільше залежали такі показники, як маса 1000 зерен (частка впливу – 83,7%), уміст білка (76,7%), показник седиментації (66,7%), вихід борошна (52,6%), індекс деформації клейковини (46,0%) та вміст клейковини (42,6%); від взаємодії чинників рік × сорт – урожайність (52,3%), склоподібність (50,5%) і натура зерна (36,5%). Виявлено достовірний вплив сорту на врожайність (34,9%) та всі досліджувані показники якості (5,1–35,1%). **Висновки.** Визначені вище сорти доцільно використовувати як джерела певних ознак для створення нових урожайних та якісних сортів за різними напрямками використання.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L.; погодні умови; фізичні показники якості зерна; показники якості борошна; коефіцієнт варіації; ANOVA.

Вступ

Одним із головних завдань сільськогосподарської науки й виробництва є зростання виробництва зерна, що відповідає вимогам міжнародних стандартів [1, 2]. Відтак, питання високих урожаїв та якості зерна пшениці є позачерговим завданням, виконанню якого приділяється значна увага. Задля вирішення проблеми підвищення якості зерна пшениці важливо виявити закономірності

формування ознак якості за різних середовищних умов її вирощування [3, 4]. Такі дослідження ускладнюються тим, що ознаки якості належать до категорії кількісних, які проявляють постійну мінливість під впливом багатьох генів і факторів середовища [5, 6].

Одним із основних зовнішніх чинників, що впливають на ріст і розвиток рослин впродовж вегетації пшениці, є клімат, який кардинально змінюється на всій земній кулі. Спостерігається підвищення температури повітря і зменшення кількості опадів, що сприяє виникненню посухи та суховіїв, а це приводить до зниження врожайності продовольчої пшениці [7]. Тому для збільшення виробництва зернової продукції та

Nadiia Vasylenko
<http://orcid.org/0000-0002-4326-6613>

Iryna Pravdziva
<http://orcid.org/0000-0002-0808-1584>

поліпшення її якості важливо знати, як впливають кліматичні умови на фізіологічні та хімічні процеси у рослин. Добре відомо, що в посушливі роки масова частка білка збільшується, у дощові – зменшується. Тобто, чим вищий температурний режим, тим більша масова частка білка, і навпаки, за м'якшого і прохолоднішого клімату вміст білка зменшується. Відомо [8, 9], що впродовж вегетації пшениці формується врожайність, а за наливу та дозрівання зерна – його якість, і значна роль у цьому належить генотипу сорту в поєднанні з комплексом ґрунтово-кліматичних умов та агротехнологічних заходів. Оптимальна температура повітря особливо важлива в період формування зерна [10]. У цей час визначається високий кореляційний зв'язок температури з фізичними властивостями зерна [11]. На виповненість зерна пшениці в період його наливу негативно впливає затяжна спекотна погода, що призводить до зниження показників товарної якості зерна, від яких залежать і борошномельні властивості.

Основним сировинним продуктом зерна пшениці є борошно. Борошномельні властивості пшениці характеризуються рядом фізичних показників якості, основним з яких є маса 1000 зерен, склоподібність, натура зерна, вихід і вологість борошна, показник седиментації, вміст білка й клейковини, її якість та ін. Вважається, що із зерна більшої маси можна отримати вищий вихід борошна. Між масою 1000 зерен та вмістом білка й клейковини встановлена кореляційна залежність [12]. Також існує помірна, але обернена залежність між часткою білка і масою 1000 зерен. Щупле зерно має вищий вміст білкових речовин, котрі сконцентровані в периферичних частинах зернівки і при розмелі відходять у висівки, що веде до погіршення харчової якості зерна. Дрібні зерна з масою 1000 зерен менше ніж 32–34 г мають підвищений вміст сирової клейковини [11, 12].

Кількісне (маса 1 л, г/л) вираження виповненості та однорідності зерна визначає його натуру. Чим краще виповнене зерно, тим вища його натура. При розмелі з високонатурного зерна можна отримати більше борошна, ніж із зерна за низької натури, з більшим вмістом оболонки. Тому натура є одним із борошномельних показників зерна. Крупне зерно одного й того ж об'єму має більшу вагу порівняно з щуплим, недозрілим зерном. Знижений рівень натури може вказувати на невисоку врожайність зерна та погіршення хлібопекарських властивостей [12].

Цінним борошномельним показником є склоподібність. Зерно з високою склоподібністю забезпечує одержання крупки при подрібненні, яку легко відокремити від менш цінних часточок зернівки, що необхідно для одержання хлібопекарського борошна. Склоподібність і консистенція в період формування та досягання зерна прямо залежать від вмісту білка. За зростання склоподібності зерна відмічено вищий вміст білка, клейковини і ліпші технологічні властивості та хлібопекарські якості [13].

Одним із основних показників борошномельних властивостей зернових культур є вихід борошна, який залежить від процесу розмелу та безпосередньо від сортових особливостей досліджуваного матеріалу, що впливає на його кількість та якість [12].

Вміст білка в борошні пшениці є однією зі складових ознак її якості. Тому важливим є отримання високого врожаю з підвищеним вмістом білка. Відомо, що на фоні посухи і загального зниження врожайності, вагомий вплив на білковість зерна мають екологічні чинники, відтак масова частка білка підвищується [11–13]. Накопичення білка в зерні проходить унаслідок використання двох джерел азоту – використання азоту, котрий накопичується у вегетативних органах рослини до фази цвітіння (реутилізація), та поглинання азоту з ґрунту в період наливу та дозрівання [12, 14]. За низьких температур та високої забезпеченості рослин азотом у період наливу в зерні збільшується вміст вільних амінокислот, що негативно впливає на його білковість [15]. Між урожайністю та вмістом білка в зерні наявна чітка зворотна фізіологічна залежність. Високобілкове зерно формується лише за умови необхідної концентрації доступного для рослини азоту в ґрунті. Відома закономірність: чим вищий вміст білка в зерні, тим вищою буде якість борошна [16, 17]. Зниження температурного режиму в поєднанні з підвищеною кількістю опадів зменшує як кількість, так і якість білкових речовин, при цьому застосування азотного живлення знижує негативний вплив таких умов [12, 14].

На ранніх етапах селекції особливу увагу звертають на вивчення таких ознак, як показник седиментації, вміст і якість клейковини [18]. Ознаки якості дуже мінливі, і ступінь їх детермінації теж різна. М. М. Гордній та О. І. Рибалка зі співавторами [12, 19] вказують на чітку залежність індексу Зелені (показника седиментації) від вмісту білка і доцільність контролювати цей показник та вести на нього селекцію. Водночас Н. М. Притула та ін. [20] роблять висновок,

що взаємодія чинників «генотип–середовище» сильніше проявляються за ознаками вмісту білка й клейковини і меншою мірою за якістю клейковини та індексом Зелені. Вологозабезпечення сприяє підвищенню взаємодії «генотип–середовище», очевидно через механізм негативного зв'язку між продуктивністю рослин і якістю зерна. У вологі роки підвищується гідратація клейковини, що супроводжується збільшенням її розтяжності і зменшенням пружності [19].

Якість клейковини впливає на об'ємний вихід хліба та його органолептичні властивості. Доброю якістю вважається тоді, коли індекс деформації клейковини (ІДК) становить 45–75 одиниць при вимірюванні на приладі ВДК-1 (вимірювач деформації клейковини). Пружність клейковини зумовлюється сукупністю багатьох факторів (умови вирощування, досягання, збирання, післязбиральної доробки та зберігання) [21]. У проблемі підвищення якості пшениці важливо виявити закономірності формування окремих технологічних показників у різних умовах і цілеспрямовано їх використовувати.

Мета досліджень – з використанням дисперсійного аналізу визначити залежність урожайності та борошномельних властивостей нових миронівських сортів пшениці м'якої ярої від умов середовища.

Матеріали та методика досліджень

Упродовж 2017–2019 рр. визначали врожайність та показники якості зерна (масу 1000 зерен, натуру, склоподібність) і борошна (вихід, седиментацію; масову частку білка й клейковини та її якість), котрі визначали у лабораторії якості зерна Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП), відповідно до загальноприйнятих методик [21–23]. Зерно пшениці ярої розмелювали на млині МЛУ-202 Бюлер; натуру зерна визначали у двох повтореннях, використовуючи пурку літрову з падаючим вантажем ПХ-1; склоподібність – за допомогою діафаноскопа ДПП-253; вміст білка – за допомогою інфрачервоного аналізатора СПЕКТРАН 119-М; масову частку сирої клейковини – відмиванням клейковини ручним способом; індекс деформації клейковини (ІДК) – за допомогою вимірювача деформації клейковини ВДК-1. Досліджували внесені до Державного реєстру 12 сортів пшениці м'якої ярої: сорт-стандарт (St) 'Елегія миронівська', 'Сімкода миронівська', 'Панянка', 'МІП Злата', 'Божена', 'Оksamит миронівський', 'Дубравка', 'МІП Світлана', 'МІП Візерунок', 'МІП Олександра', 'МІП

Соломія', 'МІП Дана', які вирощували після попередника соя на зерно. Розміщення ділянок систематичне, повторність чотириразова, облікова площа – 10 м². Статистичну обробку даних проводили за методами описової статистики і дисперсійного аналізу [24]. Для інтерпретації коефіцієнта варіації врожайності та показників якості використовували шкалу Г. І. Купалова: слабкий коефіцієнт варіації ($C_v < 5,4\%$), помірний ($5,5 < C_v < 20,4\%$) та високий ($20,5 < C_v < 50,4\%$) [25].

Умови зовнішнього середовища під час вирощування суттєво різнилися між собою, це вплинуло на врожайність і параметри якості пшениці м'якої ярої, і дало змогу визначити частку їх впливу на досліджувані ознаки.

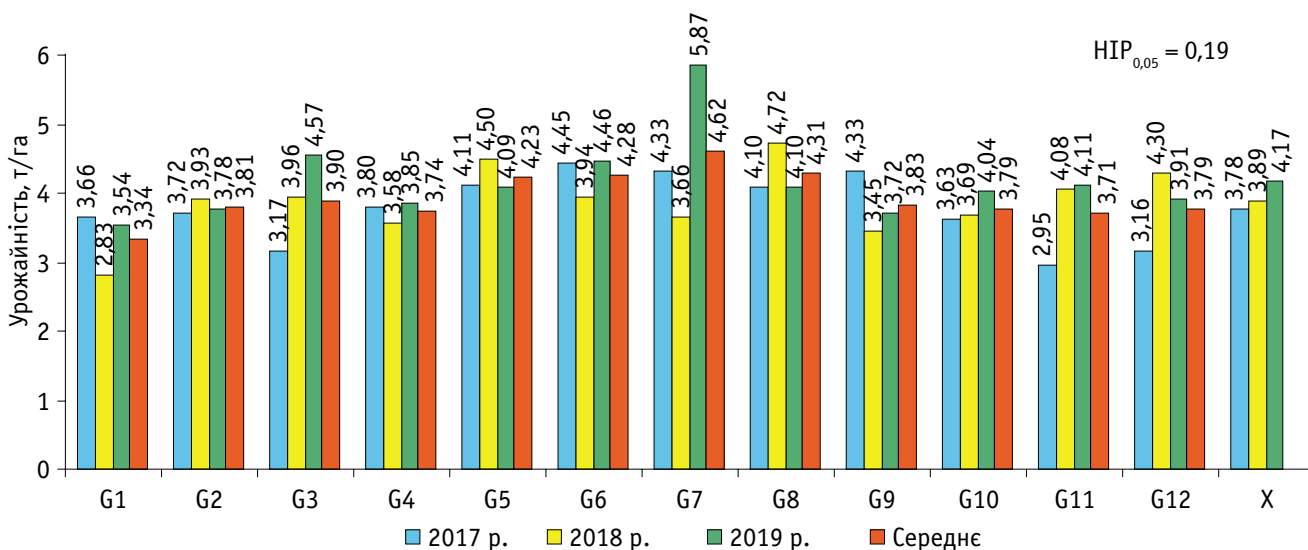
Упродовж періоду формування–дозрівання зерна у 2017 р. за перевищення тепла (на 1 °С) та недостатнього вологозабезпечення (40% до середньобогаторічного рівня) спостерігали негативний вплив як на врожайність, так і на показники якості та борошномельні властивості пшениці м'якої ярої. Умови середовища в період наливу і дозрівання у 2018 р. характеризувалися незначним підвищенням температури повітря та наближенням до оптимального зволоження. При цьому спостерігали стрімке наростання температури повітря (на 6,3 °С) й зливові дощі (удвічі більше норми) у червні та недостатнє (55,2%) вологозабезпечення у I–II декаді липня. Такі умови послабили стійкість рослин до вилягання та негативно вплинули на дозрівання зерна, що певним чином відобразилось на врожайності і борошномельній якості зерна окремих сортів. Умови середовища 2019 р. для пшениці ярої були недосить сприятливими, і відзначались збільшенням кількості атмосферних опадів з підвищенням температури повітря. За період наливу зерна (травень–червень) вологозабезпечення було вищим на 26,9 мм за середньобогаторічний рівень, однак період дозрівання (I–II декада липня) проходив з недобором (–22,3 мм до середньобогаторічного рівня) вологи, що проявилось у недостатній виповненості зерна та позначилось на певних ознаках якості у деяких сортів.

Результати досліджень

Установлено, що умови середовища 2017–2019 рр. істотно впливали на формування врожайності й ознак якості (рис. 1). Середня врожайність сортів ярої пшениці миронівської селекції залежно від умов року була на рівні 3,78 т/га (2017 р.); 3,89 т/га (2018 р.) і 4,17 т/га (2019 р.). Отже, умови 2019 р. були більш сприятливими для реалізації потенціалу врожайності сортів пшениці ярої.

У посушливому 2017 р. 72,7% сортів за врожайністю перевищували стандарт 'Елегія миронівська' (3,66 т/га), з них найвищою врожайністю характеризувались сорти 'Оксамит миронівський' (4,45 т/га), 'Дубравка' (4,33 т/га), 'МІП Візерунок' (4,33 т/га) 'Божена' (4,11 т/га) і 'МІП Світлана' (4,10 т/га), що вказує на їх посухостійкість. У 2018 та 2019 рр. усі досліджувані сорти переважали сорт-стандарт 'Елегія миронівська' за врожайністю зерна. Виявлено максимальну врожайність у 2018 р. для сорту 'МІП Світлана' (4,72 т/га), у 2019 р. – для 'Дубравка' (5,87 т/га).

У середньому за 2017–2019 рр. всі сорти достовірно перевищували сорт-стандарт 'Елегія миронівська' за врожайністю на 0,37–1,58 т/га. Упродовж часу досліджень варіювання середньої врожайності нових сортів було в межах від 3,34 ('Елегія миронівська') до 4,62 т/га ('Дубравка'). З перевищенням на 20–40% до стандарту за врожайністю вирізнялися сорти 'Божена' (4,23 т/га), 'Оксамит миронівський' (4,28 т/га), 'МІП Світлана' (4,31 т/га) і 'Дубравка' (4,62 т/га), які можуть бути джерелами ознаки продуктивності.



Примітка. G1 – генотип сорту 'Елегія миронівська', G2 – 'Сімкода миронівська', G3 – 'Панянка', G4 – 'МІП Злата', G5 – 'Божена', G6 – 'Оксамит миронівський', G7 – 'Дубравка', G8 – 'МІП Світлана', G9 – 'МІП Візерунок', G10 – 'МІП Олександра', G11 – 'МІП Соломія', G12 – 'МІП Дана', X – середнє за роками.

Рис. 1. Урожайність нових сортів пшениці м'якої ярої (2017–2019 рр.)

Прослідковували різний вплив умов років вирощування на формування показників якості (табл. 1). У посушливому 2017 р. у сортів пшениці м'якої ярої виявлено максимальну склоподібність зерна (97%), показник седиментації (78 мл), уміст білка (13,2%); масу 1000 зерен (44,2 г), уміст клейковини (28,0%) – у 2018 р.; натуру зерна (776 г/л), пошкодження зерна клопом-черепашкою (1,7%), вихід борошна (75,4%), індекс деформації клейковини (78 од. пр. ВДК) – у 2019 р. При цьому найменші значення маси 1000 зерен (34,9 г), натуре зерна (753 г/л), виходу борошна (69,1%), індексу деформації клейковини (50 од. пр. ВДК) встановлено у 2017 р.; пошкодження зерна клопом-черепашкою (0,6%), показника седиментації (51 мл) – у 2018 р.; склоподібності зерна (82%), умісту білка (9,6%) та клейковини (21,9%) – у 2019 р.

Залежно від умов середовища прослідковували різне варіювання показників якості,

від слабкого ($C_v < 5,4\%$), до високого ($20,5 < C_v < 50,4\%$) (див. табл. 1). У досліджуваних сортів пшениці м'якої ярої у розрізі років відмічали слабку варіацію натуре зерна ($C_v = 1,5\%$) та виходу борошна ($C_v = 4,6\%$), це свідчить про більшу стабільність цих показників в даних умовах середовища. Помірною варіацією характеризувалася склоподібність зерна ($C_v = 9,1\%$); значною – маса 1000 зерен ($C_v = 13,6\%$), уміст клейковини ($C_v = 13,3\%$), уміст білка ($C_v = 16,4\%$), отже, поряд з особливостями сортів на ці показники вагомий вплив мали умови вирощування. Визначено високу варіацію показника седиментації ($C_v = 25,4\%$) та індексу деформації клейковини ($C_v = 26,6\%$), що вказує на залежність цих показників від середовищних умов у період досліджень.

У середньому за 2017–2019 рр. (табл. 2) маса 1000 зерен сортів пшениці м'якої ярої знаходилась у межах від 36,9 г ('МІП Світлана' та 'Оксамит миронівський') до 40,3 г

Таблиця 1

Варіювання показників якості сортів пшениці м'якої ярої впродовж дослідження

Показники якості	Роки досліджень			Cv, %
	2017	2018	2019	
Маса 1000 зерен, г	34,9	44,2	36,0	13,6
Склоподібність зерна, %	97	96	82	9,1
Натура зерна, г/л	753	767	776	1,5
Пошкодження зерна клопом-черепашкою, %*	1,0	0,6	1,7	–
Вихід борошна, %	69,1	74,2	75,4	4,6
Показник седиментації, мл	78	51	52	25,4
Уміст білка, %	13,2	10,8	9,6	16,4
Уміст сирової клейковини, %	27,7	28,0	21,9	13,3
Індекс деформації клейковини (ІДК), од. пр. ВДК	50	51	78	26,6

Примітка. *Отримані результати не підлягають розподілу Гауса (нормальний розподіл), Cv – коефіцієнт варіації.

(‘МІП Злата’). Сорти ‘Сімкода миронівська’ (38,9 г), ‘МІП Злата’ (40,3 г), ‘Божена’ (39,1 г), ‘МІП Візерунок’ (39,5 г), ‘МІП Олександра’ (39,3 г) достовірно перевищували стандарт ‘Елегія миронівська’ (37,7 г). Натурна вага зерна досліджуваного набору сортів коливалася від 742 (‘МІП Світлана’) до 780 г/л (‘МІП Олександра’). Більшість (55%) сортів за натурою зерна перевищували сорт ‘Елегія миронівська’ (762 г/л) на 6–14 г/л. Першокласним і високонатурним зерном характеризувались сорти ‘МІП Олександра’ (780 г/л), ‘МІП Злата’ (776 г/л) і ‘МІП Дана’ (776 г/л). Усі досліджувані сорти пшениці м'якої ярої, вирощені в умовах Миронівського інституту

пшениці, вирізнялися високою склоподібністю зерна 74–98%, перевищували стандарт на 8–24% та належали до I класу. Високі показники склоподібності характерні для сортів: ‘Панянка’ (96%), ‘МІП Злата’ (96%), ‘Божена’ (97%), ‘МІП Соломія’ (97%) та ‘Оксамит миронівський’ (98%). Стійкими проти пошкодження зерна клопом-черепашкою були сорти ‘Елегія миронівська’ (0,4%), ‘МІП Олександра’ (0,5%), ‘Дубравка’ (0,6%), ‘Панянка’ (0,8%), ‘МІП Світлана’ (0,9%), ‘МІП Соломія’ (0,9%), більшого пошкодження цим шкідником зазнали ‘МІП Дана’, ‘Божена’, ‘МІП Візерунок’, ‘Оксамит миронівський’, ‘МІП Злата’ і ‘Сімкода миронівська’ (1,1–1,9%).

Таблиця 2

Борошномельні властивості миронівських сортів пшениці м'якої ярої (середнє за 2017–2019 рр.)

Сорт	Маса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Склоподібність зерна, %	Пошкодження зерна клопом-черепашкою, %	Вихід борошна, %	Седиментація, мл	Уміст білка, %	Уміст сирової клейковини, %	ІДК, од. пр. ВДК
‘Елегія миронівська’	37,7	762	74	0,4	76,5	58	11,5	26,6	63
‘Сімкода миронівська’	38,9	774	82	1,9	71,4	63	11,9	29,8	72
‘Панянка’	37,7	752	96	0,8	73,6	62	11,7	29,0	60
‘МІП Злата’	40,3	776	96	1,6	72,5	64	11,9	26,6	54
‘Божена’	39,1	771	97	1,2	74,0	71	11,3	28,0	60
‘Оксамит миронівський’	36,9	762	98	1,3	71,7	67	12,1	27,6	61
‘Дубравка’	38,5	760	94	0,6	72,7	62	10,9	23,7	53
‘МІП Світлана’	36,9	742	91	0,9	72,4	59	10,0	20,4	56
‘МІП Візерунок’	39,5	764	94	1,3	76,6	51	10,3	25,3	77
‘МІП Олександра’	39,3	780	88	0,5	74,6	58	11,1	24,3	37
‘МІП Соломія’	37,7	768	97	0,9	72,0	60	11,1	25,4	73
‘МІП Дана’	38,0	776	92	1,1	69,7	52	10,7	23,8	47
X	38,4	766	92	1,0	73,1	61	11,2	25,9	59
min	36,9	742	74	0,4	69,7	51	10,0	20,4	37
max	40,3	780	98	1,9	76,6	71	12,1	29,8	77
R (max–min)	3,4	58	24	1,5	6,9	20	2,1	9,4	40
Sx	0,4	2,1	0,6	0,0	0,7	0,1	1,0	0,1	0,9
Sd	0,6	3,0	0,8	0,1	1,0	0,1	1,4	0,2	1,2
HIP _{0,05}	1,0	6	2	0,1	2,0	3	0,5	0,7	2

Примітка. X – середнє значення, min – мінімум та max – максимум значення показника, R (max–min) – різниця між максимумом і мінімумом показника, Sx – похибка дослідження, Sd – похибка відмінності середніх, HIP_{0,05} – найменша істотна різниця для 5%-го рівня значущості, од. пр. ВДК – одиниць приладу вимірювача деформації клейковини.

У середньому за три роки досліджень (див. табл. 2) вихід борошна у сортів пшениці м'якої ярої коливався в межах від 69,7 ('МІП Дана') до 74,6% ('МІП Олександра'). Найбільший вихід борошна формували 'МІП Візерунок' (76,6%) та 'Елегія миронівська' (76,5%). Варіювання показника седиментації нових сортів було значним: від 51 ('МІП Візерунок') до 71 мл ('Божена'). Сорти 'МІП Світлана', 'МІП Візерунок', 'МІП Олександра', 'МІП Дана' і 'МІП Соломія' мали середній (51–60 мл) рівень показника; 'Сімкода миронівська', 'Панянка', 'Божена', 'МІП Злата', 'Оксамит миронівський' і 'Дубравка' – високий (62–71 мл). Уміст білка за сортами коливався від 10,0 ('МІП Світлана') до 12,1% ('Оксамит миронівський'), що свідчить про різну біологічну особливість сортів. Виділено сорт 'Оксамит миронівський' (12,1%), який достовірно переважав стандарт за цим показником. Сорти 'Сімкода миронівська' (11,9%), 'Панянка' (11,7%) і 'МІП Злата' (11,9%) перевищували стандарт 'Елегія миронівська' (11,5%) у межах найменшої істотної різниці ($HP_{0,05} = 0,5$). Варіювання масової частки сирової клейковини у цього набору сортів становило від 20,4 ('МІП Світлана') до 29,8% ('Сімкода миронівська'). Достовірно переважали сорт-стандарт за цим показником 'Сімкода миронівська' (29,8%), 'Панянка' (29,0%), 'Божена' (28,0%) 'Оксамит миронівський' (27,6%). За індексом деформації клейковини (47–73 од. пр.) більшість досліджуваних сортів мали клейковину доброї якості (І група), крім сорту 'МІП Олександра' (37 од. пр. ВДК –

ІІ група), який мав задовільно міцну клейковину. Максимумом (77 од. пр.) показника відзначався сорт 'МІП Візерунок'.

За групою високих фізичних показників якості зерна виділено сорти 'Сімкода миронівська', 'МІП Злата', 'Божена', 'МІП Візерунок', 'МІП Олександра', а за комплексом найвищих показників якості борошна – сорти 'Сімкода миронівська', 'Оксамит миронівський', 'Панянка'. Вищевказані сорти можуть бути використані як джерела за фізичними показниками якості зерна та борошна. Також виокремлено сорт 'Сімкода миронівська' з поєднанням в одному генотипі високих фізичних показників якості зерна і борошна.

Упродовж дослідження спостерігали різну реакцію сортів пшениці м'якої ярої на умови вирощування. Зокрема, згідно з таблицею 3, слабку ($Cv < 5,4\%$) та помірну ($5,5 < Cv < 10,4\%$) варіацію за врожайністю відмічали у сортів 'Сімкода миронівська' (2,8%), 'МІП Злата' (3,8%), 'Божена' (5,5%), 'Оксамит миронівський' (6,9%), 'МІП Світлана' (8,3%), 'МІП Олександра' (5,8%); за показниками маси 1000 зерен – 'Сімкода миронівська', 'МІП Візерунок'; за склоподібністю – у більшості сортів, крім 'Елегія миронівська', 'Сімкода миронівська' та 'МІП Олександра'; за натурою зерна та виходом борошна – у всіх сортів; за масовою часткою білка – 'Оксамит миронівський'; за масовою часткою клейковини – 'Дубравка', 'МІП Олександра'. Отже, вище вказані сорти найменше реагували на умови вирощування, що свідчить про їх стабільність за відповідними показниками.

Таблиця 3

Коефіцієнти варіації (%) для сортів пшениці м'якої ярої за врожайністю та показниками якості (2017–2019 рр.)

Сорт	Урожайність	Маса 1000 зерен	Склоподібність зерна	Натура зерна	Седиментація	Вихід борошна	Масова частка білка	Масова частка клейковини	Індекс деформації клейковини
'Елегія миронівська'	13,4	19,1	54,9	1,1	29,2	6,8	12,6	18,3	55,7
'Сімкода миронівська'	2,8	10,1	33,8	1,2	41,3	7,9	21,9	19,0	41,3
'Панянка'	18,0	17,8	2,8	3,7	34,2	4,1	17,5	16,5	27,4
'МІП Злата'	3,8	11,1	0,6	0,5	22,9	3,4	12,7	18,4	22,5
'Божена'	5,5	10,7	1,6	1,9	23,2	2,4	14,0	18,1	24,8
'Оксамит миронівський'	6,9	15,4	0,6	2,3	18,6	2,6	10,4	10,7	31,2
'Дубравка'	24,5	12,1	2,2	3,3	19,0	1,1	15,2	6,6	45,0
'МІП Світлана'	8,3	14,4	6,3	1,0	30,7	9,2	26,6	23,5	26,3
'МІП Візерунок'	11,8	9,8	8,1	0,9	25,0	4,3	17,7	11,1	25,5
'МІП Олександра'	5,8	12,2	18,5	4,1	28,4	3,7	15,2	9,5	26,8
'МІП Соломія'	17,8	17,0	2,1	3,1	26,5	4,6	21,2	17,8	25,6
'МІП Дана'	15,3	15,4	4,4	0,9	24,5	6,7	19,7	19,2	31,6

Також виявлено сорти пшениці м'якої ярої з високими коефіцієнтами варіації ($20,5 < C_v < 50,4\%$) за врожайністю – сорт 'Дубравка'; за склоподібністю зерна – сорти 'Елегія миронівська' та 'Сімкода миронівська'; за показником седиментації – більшість сортів, крім 'Оksamит миронівський' та 'Дубравка'; за масовою часткою білка – сорти 'Сімкода миронівська', 'МПП Світла-

на', 'МПП Соломія'; за масовою часткою клейковини – сорт 'МПП Світлана'; за індексом деформації клейковини – усі сорти. Отже, досліджувані сорти за окремими показниками значною мірою залежали від умов середовища.

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу (табл. 4) встановлено найбільшу частку впливу умов років вирощу-

Таблиця 4

Частка впливу (%) досліджуваних чинників на врожайність та показники якості сортів пшениці м'якої ярої (2017–2019 рр.)

Показники	Джерела варіації			
	Рік	Сорт	Рік × Сорт	Невраховані чинники
Урожайність	8,2	34,9	52,3	4,6
Масу 1000 зерен	83,7	5,1	10,1	1,1
Натура зерна	27,2	35,1	36,5	1,2
Склоподібність зерна	24,5	24,2	50,5	0,8
Вихід борошна	52,6	19,8	17,2	10,4
Седиментації	66,7	18,2	13,6	1,5
Масова частка білка	76,7	12,3	8,2	2,8
Масова частка клейковини	42,6	33,4	23,1	0,9
Якість клейковини (ІДК)	46,0	29,2	24,2	0,6

вання, порівняно з іншими чинниками, на показник маси 1000 зерен (83,7%), вихід борошна (52,6%), показник седиментації (66,7%), уміст білка (76,7%), уміст клейковини (42,6%), індекс деформації клейковини (46,0%). Виявлено більшу частку впливу взаємодії чинників рік × сорт на врожайність (52,3%), натуру зерна (36,5%), склоподібність зерна (50,5%), що свідчить про різну реакцію генотипів на контрастні умови вирощування. Складова впливу сорту на врожайність (34,9%) та показники якості (5,1–35,1%) пшениці м'якої ярої була достовірною ($p \leq 0,05$), при цьому не перевищувала частки впливу інших чинників.

Висновки

Виявлено сорти, що перевищували стандарт на 30–40% за врожайністю – 'Божена', 'Оksamит миронівський', 'МПП Світлана' і 'Дубравка'. Виокремлено сорти 'Сімкода миронівська', 'МПП Злата', 'Божена', 'МПП Візерунок', 'МПП Олександра' за поєднанням високих фізичних показників якості зерна. Виявлено ряд сортів з комплексом найвищих показників якості борошна – 'Сімкода миронівська', 'Оksamит миронівський', 'Панянка'. Виділені сорти доцільно використовувати як джерела певних ознак для створення нових врожайних та якісних сортів за різними напрямками використання.

Визначено найстабільніші сорти за врожайністю – 'Сімкода миронівська', 'МПП

Злата', 'Божена', 'Оksamит миронівський', 'МПП Світлана', 'МПП Олександра'; за масою 1000 зерен – 'Сімкода миронівська', 'МПП Візерунок'; за склоподібністю – більшість сортів, крім 'Елегія миронівська', 'Сімкода миронівська' та 'МПП Олександра'; за натурою зерна та виходом борошна – всі сорти; за масовою часткою білка – 'Оksamит миронівський'; за масовою часткою клейковини – 'Дубравка', 'МПП Олександра'.

Установлено найбільшу частку впливу умов середовища, порівняно з іншими чинниками, на масу 1000 зерен (83,7%), показник седиментації (66,7%), вихід борошна (52,6%), уміст білка (76,7%) і сирі клейковини (42,6%) та індекс деформації клейковини (46,0%); взаємодії чинників рік × сорт на врожайність (52,3%), натуру зерна (36,5%), склоподібність зерна (50,5%). Виявлено достовірний вплив сорту на врожайність (34,9%) та всі досліджувані показники якості (5,1–35,1%).

Використана література

1. Betsiashvili M., Samadashvili T., Simonishvili N. et al. Agromorphological and biochemical characterization of Georgian common wheat (*T. aestivum*) – "Dolis puri" sub-varieties. *Annals of Agrarian Science*. 2020. Vol. 18, Iss. 4. P. 448–458.
2. Gomez-Becerra H. F., Abugaliev A., Morgounov A. et al. Phenotypic correlations, G × E interactions and broad sense heritability analysis of grain and flour quality characteristics in high latitude spring grain wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*. 2010. Vol. 171, Iss. 1. P. 23–28. doi: 10.1007/s10681-009-9984-6
3. Манько К. М., Усов О. С., Жижка Н. Г. Вплив комплексної взаємодії факторів на формування врожайності пшениці ярої.

- Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2016. Вип. 20. С. 46–53.
4. Bagulho A. S., Costa R., Almeida A. S. et al. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 27, Iss. 2. P. 186–199. doi: 10.9755/ejfa.v27i2.19279
 5. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Фактори стабілізації зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03
 6. Angus J. F., Kirkegaard J. A., Hunt J. R. et al. Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*. 2015. Vol. 66, Iss. 6. P. 523–552. doi: 10.1071/CP14252
 7. Leng G., Hall J. Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the projected changes in the future. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 654. P. 811–821. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.434
 8. Nadew B. B. Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed: A Review on Selected Factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–361. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
 9. Демидов О. А., Вологдіна Г. Б., Замліла Н. П., Колючий В. Т. Реакція перспективних ліній пшениці озимої на умови вирощування. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 2. С. 226–240. doi: 10.21498/2518-7910.0.2016.119576
 10. Орлюк А. П., Жужа В. А. Оценка качества зерна озимой мягкой пшеницы на ранних этапах селекции. *Selekcija i semenarstvo*. 2006. Vol. 12, No. 1–2. P. 15–21.
 11. Künzel A., Münzel S., Böttcher F., Spengler D. Analysis of weather-related growth differences in winter wheat in a three-year field trial in North-East Germany. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 9. Article 1854. doi: 10.3390/agronomy11091854
 12. Городній М. М., Мельничук С. Д., Гончар О. М. та ін. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ : Арістей, 2006. С. 137–151.
 13. Fu B. X., Wang K., Dupuis B. et al. Kernel vitreousness and protein content: Relationship, interaction and synergistic effects on durum wheat quality. *Journal of Cereal Sciences*. 2018. Vol. 79. P. 210–217. doi: 10.1016/j.jcs.2017.09.003
 14. Кірізій Д. А., Лісневич Л. О., Починков В. М. Продуктивність та особливості реутилізації азоту в контрастних за якістю зерна рослин озимої пшениці різних генотипів. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2008. Т. 40, № 1. С. 23–32.
 15. Вінюков О. О., Коноваленко Л. І., Бондарева О. В., Василенко Т. Ф. Вплив абіотичних факторів на формування якості зерна пшениці м'якої озимої в умовах Донецької області. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 5. С. 114–125. doi: 10.31073/mvis201705-10
 16. Luo L., Hui X., Wang Z. et al. Multi-site evaluation of plastic film mulch and nitrogen fertilization for wheat grain yield, protein content and its components in semiarid areas of China. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 240. P. 86–94. doi: 10.1016/j.fcr.2019.06.002
 17. Tahir I. S., Nakata N. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2005. Vol. 191, Iss. 2. P. 106–115. doi: 10.1111/j.1439-037X.2004.00127.x
 18. Жигунов Д., Ковальова В., Ковальов М., Коритнюк О. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу. *Технічні науки та технології*. 2019. № 1. С. 195–203. doi: 10.25140/2411-5363-2019-1(15)-195-203
 19. Рибалка О. І., Соколов В. М., Червоніс М. В. та ін. Урожай озимої пшениці–2007: характеристика показників якості. *Хранение и переработка зерна*. 2007. № 8. С. 36–42.
 20. Притула Н. М., Панченко І. А., Лучной В. В., Касьяненко О. М. Рівень фенотипового прояву мілливості ознак якості зерна у сортозразків озимої пшениці. *Selekcija i nasinnictvo*. 2006. Вип. 92. С. 121–128.
 21. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.
 22. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинницької продукції / за ред. О. М. Гончара. Київ : Алефа, 2000. Вип. 7. 144 с.
 23. Технологічна оцінка рослинницької продукції сортів сільськогосподарських видів. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2015. 160 с.
 24. Little T. M., Hills F. J. *Agricultural experimentation: design and analysis*. New York, N.Y. : John Wiley & Sons, 1978. 368 p.
 25. Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу. Київ : Знання, 2008. 639 с.

References

1. Betsiashvili, M., Samadashvili, T., Simonishvili, N., Silagava, N., & Lohwasser, U. (2020). Agro-morphological and biochemical characterization of Georgian common wheat (*T. aestivum*) – “Dolis puri” sub-varieties. *Annals of Agrarian Science*, 18(4), 448–458.
2. Gomes-Becerra, H. F., Abugaliev, A., Morgounov, A., Abdullayev, K., Bekenova, L., Yessimbekova, M., ... Cakmak, I. (2010). Phenotypic correlations, G × E interactions and broad sense heritability analysis of grain and flour quality characteristics in high latitude spring grain wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*, 171(1), 23–28. doi: 10.1007/s10681-009-9984-6
3. Manko, K. M., Usov, O. S., & Zhyzhka, N. H. (2016). Spring wheat yield affected by complex interaction of different factors. *Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, 20, 46–53. [In Ukrainian]
4. Bagulho, A. S., Costa, R., Almeida, A. S., Pinheiro, N., Moreira, J., Gomes, C., ... Maças, B. (2015). Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(2), 186–199. doi: 10.9755/ejfa.v27i2.19279
5. Petrychenko, V. F., & Kornichuk, O. V. (2018). Factors of stabilization of production of grain of winter wheat in Right-bank Forest-Steppe region. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03 [in Ukrainian]
6. Angus, J. F., Kirkegaard, J. A., Hunt, J. R., Ryan, M., Ohlander, L., & Peoples, M. B. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop and Pasture Science*, 66(6), 523–552. doi: 10.1071/CP14252
7. Leng, G., & Hall, J. (2019). Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the projected changes in the future. *Science of the Total Environment*, 654, 811–821. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.434
8. Nadew, B. B. (2018). Effects of Climatic and Agronomic Factors on Yield and Quality of Bread of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed: A Review on Selected Factors. *Advances in Crop Science and Technology*, 6(2), 356–361. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
9. Demydov, O. A., Volodina, H. B., Zamlila, N. P., & Koliuchyi, V. T. (2016). Productivity of winter wheat depending on growing conditions. *Myronivka Bulletin*, 2, 226–240. doi: 10.21498/2518-7910.0.2016.119576 [In Ukrainian]
10. Orliuk, A. P., & Zhuzha, V. A. (2006). Estimation of grain quality of winter soft wheat at early stages of breeding. *Selekcija i semenarstvo*, 12(1–2), 15–21. [In Russian]
11. Künzel, A., Münzel, S., Böttcher, F., & Spengler, D. (2021). Analysis of weather-related growth differences in winter wheat in a three-year field trial in North-East Germany. *Agronomy*, 11(9), Article 1854. doi: 10.3390/agronomy11091854
12. Horodniy, M. M., Melnychuk, S. D., Honchar, O. M., Kalenskiy, V. P., Yashchenko, L. A., Shaturskiy, Ya. P., ... Borysiuk, B. V. (2006). *Prykladna biokhimiia ta upravlinnia yakistiu produktzii roslynnytstva* [Applied Biochemistry and Plant Production Quality Management] (pp. 137–151). Kyiv: Aristei. [In Ukrainian]
13. Fu, B. X., Wang, K., Dupuis, B., Taylor, D., & Nam, S. (2018). Kernel vitreousness and protein content: Relationship, interac-

- tion and synergistic effects on durum wheat quality. *Journal of Cereal Sciences*, 79, 210–217. doi: 10.1016/j.jcs.2017.09.003
14. Kiriziy, D. A., Lesnevich, L. A., & Pochinok, V. M. (2008). Productivity and peculiarities of nitrogen reutilization in contrast at grain quality winter wheat cultivars. *Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants*, 40(1), 23–32. [In Ukrainian]
 15. Viniukov, O. O., Konovalenko, L. I., Bondareva, O. B., & Vasylenko, T. F. (2017). The influence of abiotic factors on forming grain quality of bread winter wheat in the conditions of the Donetsk region. *Myronivka Bulletin*, 5, 114–125. doi: 10.31073/mvis201705-10 [In Ukrainian]
 16. Luo, L., Hui, X., Wang, Z., Zhang, X., Xie, Y., Gao, Z., ... Malhi, S. S. (2019). Multi-site evaluation of plastic film mulch and nitrogen fertilization for wheat grain yield, protein content and its components in semiarid areas of China. *Field Crops Research*, 240, 86–94. doi: 10.1016/j.fcr.2019.06.002
 17. Tahir, I. S., & Nakata, N. (2005). Remobilisation of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(2), 106–115. doi: 10.1111/j.1439-037X.2004.00127.x
 18. Zhyhunov, D., Kovalova, V., Kovalov, M., & Korytniuk, O. (2019). Indicators determination of individual flows quality streams from the plant with the reduced scheme of the technological process. *Technical Sciences and Technologies*, 1, 195–203. doi: 10.25140/2411-5363-2019-1(15)-195-203 [In Ukrainian]
 19. Rybalka, O. I., Sokolov, V. M., Chervonis, M. V., Parfentiev, M. H., & Toporash, I. H. (2007). Winter wheat harvest–2007: characteristics of quality indicators. *Grain Storage and Processing*, 8, 36–42. [In Ukrainian]
 20. Prytula, N. M., Panchenko, I. A., Luchnoi, V. V., & Kasianenko, O. M. (2006). The level of phenotypic manifestation of variability of grain quality traits in winter wheat cultivars. *Plant Breeding and Seed Production*, 92, 121–128. [In Ukrainian]
 21. *Wheat. Specifications: State Standard of Ukraine (DSTU) 3768:2019*. (2019). Kyiv: UkrNDNTs. [In Ukrainian]
 22. Honchar, O. M. (Ed.). (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytskoi produktsii* [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Methods of determining quality of crop products] (Vol. 7). Kyiv: Alefa. [In Ukrainian]
 23. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2015). *Metodyka derzhavnoi naukovotekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytsva* [Methodology of State Scientific and Technical Examination of Plant Varieties. Methods of Determining Quality Indices of Crop Production]. (4th ed.). Vinnytsia: Nilan-LTD. [In Ukrainian]
 24. Little, T. M., & Hills, F. J. (1978). *Agricultural experimentation: design and analysis*. New York, N.Y.: John Wiley & Sons.
 25. Kupalova, H. I. (2008). *Teoriia ekonomichnoho analizu* [Theory of economic analysis]. Kyiv: Znannia. [In Ukrainian]

UDC 633.111.1: 631.524.7:664.6/.7

Vasylenko, N. V.*, & **Pravdziva, I. V.** (2022). Yielding capacity and flour-milling properties of spring bread wheat varieties depending on growing environmental conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(2), 127–135. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.2.2022.265180>

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine, Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: vasylenkonv147@gmail.com*

Purpose. To determine the dependence of yield and flour-milling properties of new spring bread wheat varieties of Myronivka breeding on different growing season conditions. **Methods.** During 2017–2019, twelve spring bread wheat varieties were studied in the conditions of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS. Grain and flour quality indicators were determined according to conventional methods. **Results.** It was found that weather conditions in 2019 were more favorable for realizing the yield potential of spring wheat varieties, but they had a negative impact on quality indicators. By exceeding on 30–40% the standard ‘Elehiia myronivska’, the varieties – ‘Bozhena’ (4.23 t/ha), ‘Oksamyt myronivskiyi’ (4.28 t/ha), ‘MIP Svitlana’ (4.31 t/ha), and ‘Dubravka’ (4.62 t/ha) were selected in terms of yield. The varieties ‘Simkoda myronivska’, ‘MIP Zlata’, ‘Bozhena’, ‘MIP Vizerunok’, and ‘MIP Oleksandra’ were singled out by the combination of high physical indicators of grain quality. The varieties ‘Simkoda myronivska’, ‘Oksamyt myronivskiyi’, and ‘Panianka’ were distinguished by complex of the highest flour quality indicators. The varieties being the most stable in terms of individual characters were identified. These were ‘Simkoda myronivska’, ‘MIP Zlata’, ‘Bozhena’, ‘Oksamyt myronivskiyi’, ‘MIP Svitlana’, and ‘MIP Oleksandra’ by yielding capacity. According to quality indicators, in particular,

by 1000 kernel weight, varieties ‘Simkoda myronivska’, ‘MIP Vizerunok’ were distinguished; high scores for grain vitreousness were in most varieties, except for ‘Elehiia myronivska’, ‘Simkoda myronivska’, and ‘MIP Oleksandra’; according to test weight and flour yield, all varieties had high rates; according to the protein content, the variety ‘Oksamyt myronivskiyi’ was distinguished; varieties ‘Dubravka’ and ‘MIP Oleksandra’ by wet gluten content. The ANOVA established that the most dependence on weather conditions was revealed for such parameters as 1000 kernel weight (part of influence 83.7%), protein content (76.7%), sedimentation value (66.7%), flour yield (52.6%), gluten deformation index (46.0%), and wet gluten content (42.6%); the most dependence on the interaction of factors year × variety was revealed for yielding capacity (52.3%), the grain vitreousness (50.5%), and the test weight (36.5%). A reliable effect of the factor variety on yield (34.9%) and all investigated quality indicators (5.1–35.1%) was revealed. **Conclusions.** It is expedient to use the varieties listed above as sources of certain traits for the creation of new high-yielding and high-quality varieties for different areas of use.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; weather conditions; physical indicators of grain quality; flour quality indicators; coefficient of variation; ANOVA.

Надійшла / Received 18.07.2022
Погоджено до друку / Accepted 20.08.2022