

Диференціювання та виокремлення сортів пшениці м'якої озимої за комплексом показників хлібопекарської якості

О. А. Демидов, В. М. Гудзенко, І. В. Правдзіва*

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Миронівська ТГ, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: irippravdziva@gmail.com

Мета. Виявити особливості формування комплексу показників якості пшениці м'якої озимої залежно від умов року, попередників і строків сівби, а також диференціювати й виділити сорти з підвищеним та стабільним їх рівнем прояву. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** Установлено різну частку впливу умов року, попередника, строку сівби та їхньої взаємодії на показники якості деяких сортів. Виявлено різну реакцію сортів за показниками якості залежно від досліджених чинників. Низьким був коефіцієнт варіації за показниками природи зерна, водопоглинальної здатності борошна, пористості м'якуша. Високу варіабельність виявлено для сили борошна після попередників соняшник і соя; конфігурації альвеограми після соняшника та сої; індексу еластичності тіста після кукурудзи; валориметричної оцінки після гірчиці; ступеня розрідження тіста після сидерального пару, соняшнику, кукурудзи й особливо після гірчиці та сої. Виділено сорти, які в середньому за 2016/17–2018/19 рр. достовірно переважають стандарт як за окремими, так і низкою фізичних показників якості зерна й борошна та реологічними властивостями тіста. GYT biplot аналізом виділено сорти 'МІП Відзнака' і 'МІП Ассоль' з оптимальнішим поєднанням підвищеного рівня врожайності та комплексу показників якості у розрізі різних років, попередників та строків сівби. Дещо поступались їм, але відчутно переважали решту, сорти 'Естафета миронівська', 'Трудівниця миронівська', 'МІП Валенсія', 'МІП Ювілейна', 'Балада миронівська', 'Вежа миронівська'. **Висновки.** Виділені за показниками якості сорти, можуть бути використані як генетичні джерела в селекційному процесі. Стабільніший рівень прояву врожайності та показників якості за різних строків сівби після різних попередників слід очікувати за вирощування сортів 'МІП Відзнака', 'МІП Ассоль', а також 'Естафета миронівська', 'Трудівниця миронівська', 'МІП Валенсія', 'МІП Ювілейна', 'Балада миронівська', 'Вежа миронівська'. Виявлені особливості слід урахувати під час оцінювання та диференціювання генотипів у селекційному процесі, а також розроблення базових елементів технології вирощування сортів пшениці м'якої озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L.; фізичні показники якості зерна та борошна; реологічні властивості тіста; хлібопекарські властивості борошна; строк сівби; попередник; коефіцієнт варіації; ANOVA; GYT biplot.

Вступ

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) – цінне джерело білка, вуглеводів, вітамінів, мінералів та інших важливих нутрієнтів, а тому є однією з ключових сільськогосподарських культур для харчування приблизно 35% світового населення [1–3]. Зерно пшениці – основна сировина для хлібопекарського, круп'яного, кондитерського та макаронного виробництва [4, 5]. Уживаючи хлібобулочні вироби, людина отримує до 50% добової норми білків і вуглеводів, 70–80% вітаміну В1 (тіамін), значну частину інших вітамінів, мінеральних та інших речовини [6]. Тому зростання виробництва зерна пшениці м'якої, яке відповідатиме вимогам світових стандартів, є одним із важливих завдань

сільськогосподарської науки та виробництва [7, 8].

Triticum aestivum L. оцінюють за борошномельними (натура зерна, маса 1000 зерен, склоподібність, крупність тощо) та хлібопекарськими властивостями (уміст білка, показник седиментації, уміст клейковини та її якість, фізичні властивості тіста, об'єм хліба тощо) [9]. Маса 1000 зерен і натура є одними з основних фізичних показників зерна та його борошномельних властивостей, які характеризують його крупність, вирівняність і виповненість [9, 10]. Білок та клейковина – одні з основних компонентів зерна пшениці. Уміст білка, сирової клейковини та індекс деформації клейковини пов'язані з харчовою якістю хлібобулочних, круп'яних і макаронних виробів [11, 12]. Уміст білка в зерні пшениці м'якої варіює від 7 до 17%, при цьому 80–90% від його загальної кількості становить клейковина [13]. Саме клейковинні білки беруть участь в утворенні механічної основи тіста, а від її якості залежить структура м'якуша випеченого хліба [14]. Показник седиментації – ознака якості борошна,

Oleksandr Demydov
<https://orcid.org/0000-0002-5715-2908>

Volodymyr Hudzenko
<https://orcid.org/0000-0002-9738-1203>

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

яка характеризує потенційні властивості білкового комплексу [15]. Хлібопекарські властивості борошна характеризуються комплексом показників важливих у технологічному процесі виготовлення хліба та визначають якість кінцевого продукту [16, 17]. Сила борошна є важливим показником хлібопекарської якості, який характеризує здатність утворювати тісто з певними фізичними властивостями. Вона забезпечує газоутримувальну здатність тіста, збільшення об'єму тіста та хліба. Такі показники якості, як пружність і розтяжність тіста, його індекс еластичності та їхнє співвідношення надають додаткову інформацію щодо сили борошна й характеризують формоутримувальну здатність подових виробів. У технологічному процесі виготовлення хлібобулочних виробів обов'язково враховують водопоглинальну здатність борошна, час утворення тіста, його стійкість, ступінь розрідження та валориметричну оцінку. Ці показники надають інформацію щодо «поведінки» тіста під час замісу, що важливо в процесі його подальшого розроблення [18]. Об'єм випеченого хліба дає змогу візуально характеризувати хлібопекарські властивості [19]. Пористість хліба пов'язана з його засвоєнням організмом. Добре розрихлений хліб з рівномірно дрібними, тонкостінними порами швидко змочується, легко розжовується та взаємодіє зі шлунковим соком, а тому ліпше засвоюється. Загальна оцінка хліба включає, окрім вищевказаних показників, також еластичність м'якуша, його колір, смак, зовнішній вигляд хліба. Отже, цінність того чи іншого сорту для виготовлення хліба визначається цілим комплексом якісних показників, які характеризують відносно різні аспекти або ж доповнюють один одного.

Показники якості зерна, як і врожайність пшениці, визначаються завдяки реалізації генетичного потенціалу у взаємодії з умовами доквілля та технологією вирощування [20, 21]. Реалізувати генетичний потенціал сорт може лише в разі застосування агро-технологічних заходів, які задовольняють його біологічні потреби [22, 23]. Низкою дослідників встановлено мінливість показників якості зерна сортів пшениці м'якої за сівби в різні строки, після різних попередників [24–28]. Таким чином, важливими для виробничих умов є як інформація щодо оптимальних для певного сорту строку сівби та попередника, так і створення й ідентифікування генотипів з відносно стабільним рівнем показників якості після різних попередників та за різних строків сівби [29, 30].

Мета досліджень – виявити особливості формування комплексу показників якості пшениці м'якої озимої залежно від умов року, попередників і строків сівби, а також диференціювати й виокремити сорти з підвищеним та стабільним їх рівнем прояву.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2016/17–2018/19 рр. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Порівняно із сортом-стандартом G1 'Подільська' (St) дослідили шістьнадцять сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) миронівської селекції: G2 'МІП Валенсія', G3 'МІП Вишиванка', G4 'МІП Княжна', G5 'Трудівниця миронівська', G6 'Балада миронівська', G7 'Вежа миронівська', G8 'Грація миронівська', G9 'Естафета миронівська', G10 'МІП Ассоль', G11 'МІП Дніпрянка', G12 'Аврора миронівська', G13 'МІП Відзнака', G14 'МІП Дарунок', G15 'МІП Лада', G16 'МІП Фортуна', G17 'МІП Ювілейна'. Сівбу проводили у три строки (I – 26 вересня, II – 5 жовтня та III – 16 жовтня) після п'яти попередників [сидеральний пар (GM), гірчиця (MS), соняшник (SF), кукурудза (CR), соя (SB)].

Ґрунтові та погодні умови років проведення досліджень докладно охарактеризовано нами в попередньому повідомленні [31]. Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони Лісостепу [32]. Сівбу здійснювали селекційною сівалкою СН-10 Ц з нормою висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Ділянки розміщували рендомізовано в чотириразовій повторності. Облікова площа – 10 м². Збирали врожай прямим комбайнуванням («Sampo-130»).

Якісні показники оцінювали з кожного повторення. Масу 1000 зерен (TKW) обліковували, відраховуючи дві проби по 500 зерен, кожену з яких зважували з точністю до 0,1 г (різниця між масою двох наважок не перевищувала 5%). Натуру зерна (TW), у г/л, визначали за допомогою літрової пурки (різниця між паралельними визначеннями не перевищувала 5 г). Уміст білка в борошні (PC) вимірювали за допомогою спектрометра ближнього інфрачервоного відбиття (спектральний діапазон 1400–2400 нм) на приладі СПЕКТРАН 119М. Показник седиментації (SE) оцінювали мікрометодом за А. Я. Пумпянським. Кількість сирової клейковини (WGC) визначали відмиванням тіста, утвореного за змішування 25 г борошна з 12 мл 2%-го соляного розчину. Індекс деформації клейковини (GDI) – за допомогою приладу ИДК-1М. Для вимірювання сили борошна (W), пружності тіста (P), конфігурації альвеогра-

ми (P/L) та індексу еластичності тіста (Ie) використовували прилад Alveograph Chopin. Водопоглинальну здатність борошна (WA), ступінь розрідження тіста (DS) та валориметричну оцінку (VV) аналізували на приладі Farinograph Brabender. Тісто замішували в тістомісилці типу Swanson, модель 100-200 А. Для бродіння та витримування тіста використали термостат 505-СС. Хлібці випікали в електричній печі з горизонтальною обертальним подом ($t = 230\text{ }^{\circ}\text{C}$). Об'єм хліба (VB) вимірювали на приладі OMX-1.

Статистично отримані дані обробляли за методами описової статистики та дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням програм Microsoft Excel 2013, Statistica 8.0. Для диференціювання та виокремлення генотипів, які поєднують комплекс показників якості з підвищеним рівнем урожайності за всіма варіантами дослідження, використали GYT (genotype by yield*trait) biplot аналіз [33]. Для побудови графіків використали програму GEA-R.

Результати досліджень

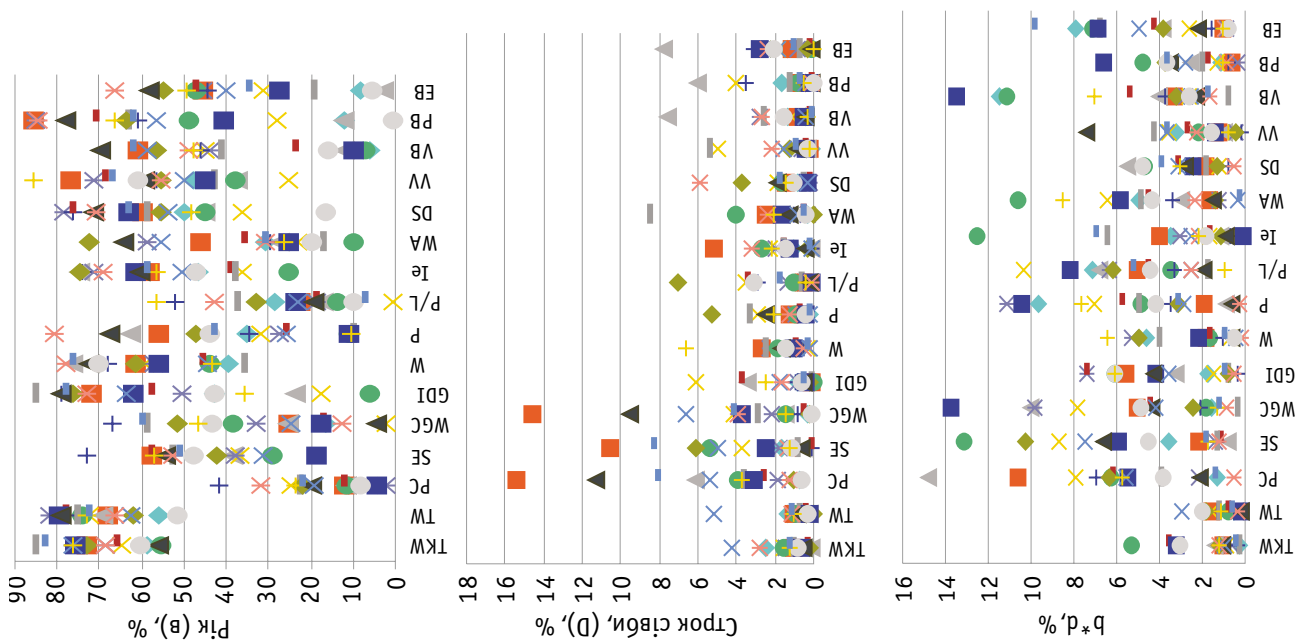
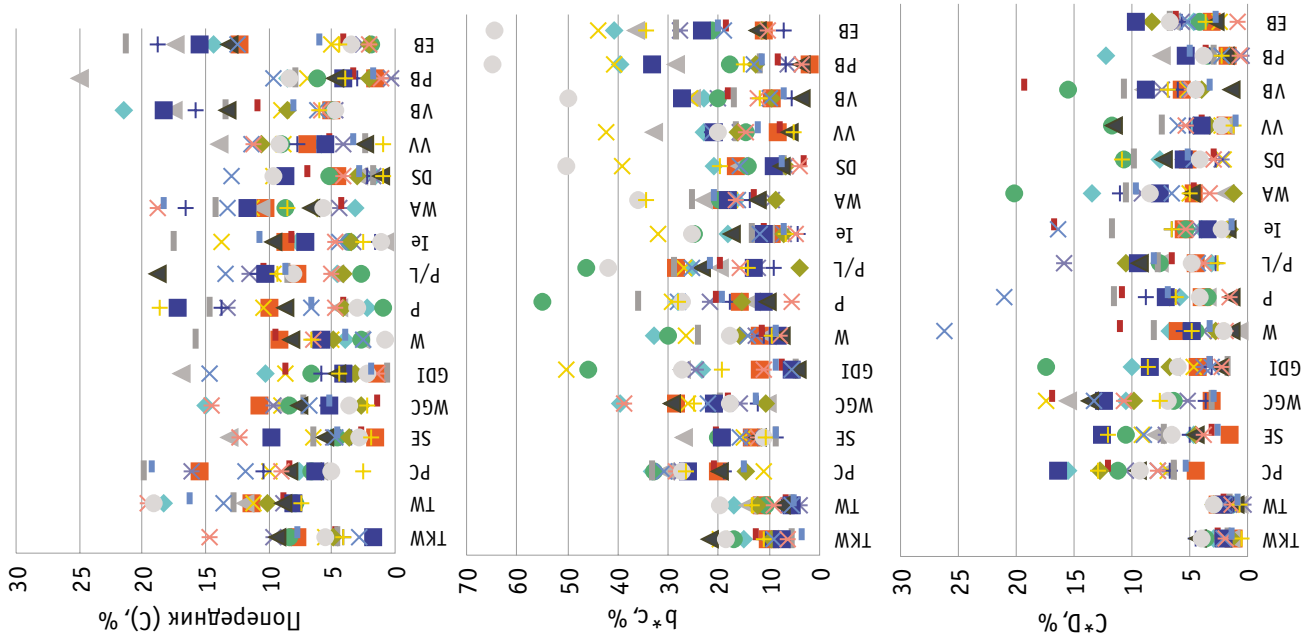
На рисунку 1 наведено частки впливу року, попередника, строку сівби та їхньої взаємодії на показники якості досліджуваних генотипів. Виявлено різне співвідношення впливу цих чинників для різних сортів. Зокрема, частка впливу умов року найбільше варіювала за показником пористості м'якуша (від 0,8% у сорту G15 'МПП Лада' до 85,5% у G2 'МПП Валенсія'), а також індексом еластичності тіста (від 6,2% у G6 'Балада миронівська' до 85,0% у G9 'Естафета миронівська'); попередника – для пористості м'якуша (від 0,3% у G5 'Трудівниця миронівська' до 24,9% у G3 'МПП Вишиванка'); строку сівби – уміст сирової клейковини (від 0,1% у G15 'МПП Лада' до 14,5% у G2 'МПП Валенсія'); взаємодії рік*попередник – пористості м'якуша (від 2,1% у G2 'МПП Валенсія' до 64,9% у G15 'МПП Лада'), оцінки хліба (від 7,1% у G7 'Вежа миронівська' до 64,4% у G15 'МПП Лада'); взаємодії рік*строк сівби – умісту білка (від 0,5% у G14 'МПП Дарунок' до 14,8% у G3 'МПП Вишиванка'), умісту сирової клейковини (від 0,4% у G9 'Естафета миронівська' до 13,7% у G11 'МПП Дніпрянка'); взаємодії попередник*строк сівби – сили борошна (від 0,8% у G3 'МПП Вишиванка' до 26,1% у G13 'МПП Відзнака'), пружності тіста (від 1,4% у G12 'Аврора миронівська' до 21,0% у G13 'МПП Відзнака'); взаємодії рік*попередник*строк сівби – умісту білка (від 7,8% у G9 'Естафета миронівська' до 41,0% у G15 'МПП Лада'), умісту сирової клейковини (від 8,4% у G7 'Вежа миронівська' до 40,1% у G8 'Трація миронівська'), пружності тіста (від

4,1% у G14 'МПП Дарунок' до 35,3% у G11 'МПП Дніпрянка').

Виявлено менший вплив умов року вирощування на більшість показників якості у сортів G4 'МПП Княжна', G15 'МПП Лада', G6 'Балада миронівська' та G1 'Подольнянка'; попередника – G10 'МПП Ассоль', G16 'МПП Фортуна', G15 'МПП Лада', G6 'Балада миронівська'; строку сівби – G10 'МПП Ассоль', G3 'Вишиванка миронівська', G8 'Трація миронівська'. Водночас низка сортів сильніше реагували на зміну природних та антропогенних чинників за переважною більшістю показників якості. Зокрема, на умови року – G7 'Вежа миронівська', G5 'Трудівниця миронівська', G12 'Аврора миронівська', G14 'МПП Дарунок'; попередник – G3 'МПП Вишиванка', G14 'МПП Дарунок', G9 'Естафета миронівська', G13 'МПП Відзнака'; строк сівби – G2 'МПП Валенсія', G12 'Аврора миронівська'.

Виявлено відмінності величини коефіцієнта варіації у сортів за певними показниками якості в різні строки сівби після різних попередників (рис. 2). Слабкою була варіабельність [коефіцієнт варіації (CV) < 5%] рівня прояву натури зерна, водопоглинальної здатності борошна, пористості м'якуша. Значний коефіцієнт варіації (CV > 20%) встановлено для таких показників якості пшениці м'якої озимої, як сила борошна після попередників соняшник і соя (до 28,0 і 30,1% відповідно); конфігурація альвеограми після соняшника та сої (до 22,2 і 20,5% відповідно); індекс еластичності тіста після кукурудзи (до 23,6%); валориметрична оцінка після гірчиці (до 21,0%); ступінь розрідження тіста після сидерального пару, соняшнику, кукурудзи й особливо після гірчиці та сої (до 23,2; 25,9; 26,8; 37,3 і 33,1% відповідно).

У таблиці 1 наведено середнє за 2016/17–2018/19 рр. значення комплексу показників якості (за винятком конфігурації альвеограми та індексу еластичності тіста) за строками сівби після різних попередників. Виділено сорти, які достовірно переважали стандарт G1 'Подольнянка' за деякими показниками: *маса 1000 зерен* – G5 'Трудівниця миронівська' (41,6 г), G6 'Балада миронівська' (42,2 г), G11 'МПП Дніпрянка' (42,1 г), G12 'Аврора миронівська' (42,6 г), G14 'МПП Дарунок' (42,9 г); *натура зерна* – G3 'МПП Вишиванка' (778 г/л), G4 'МПП Княжна' (767 г/л), G5 'Трудівниця миронівська' (782 г/л), G6 'Балада миронівська' (775 г/л), G9 'Естафета миронівська' (781 г/л), G11 'МПП Дніпрянка' (775 г/л), G13 'МПП Відзнака' (771 г/л), G17 'МПП Ювілейна' (771 г/л); *уміст білка* – G2 'МПП Валенсія' (13,2%), G4 'МПП Княжна'



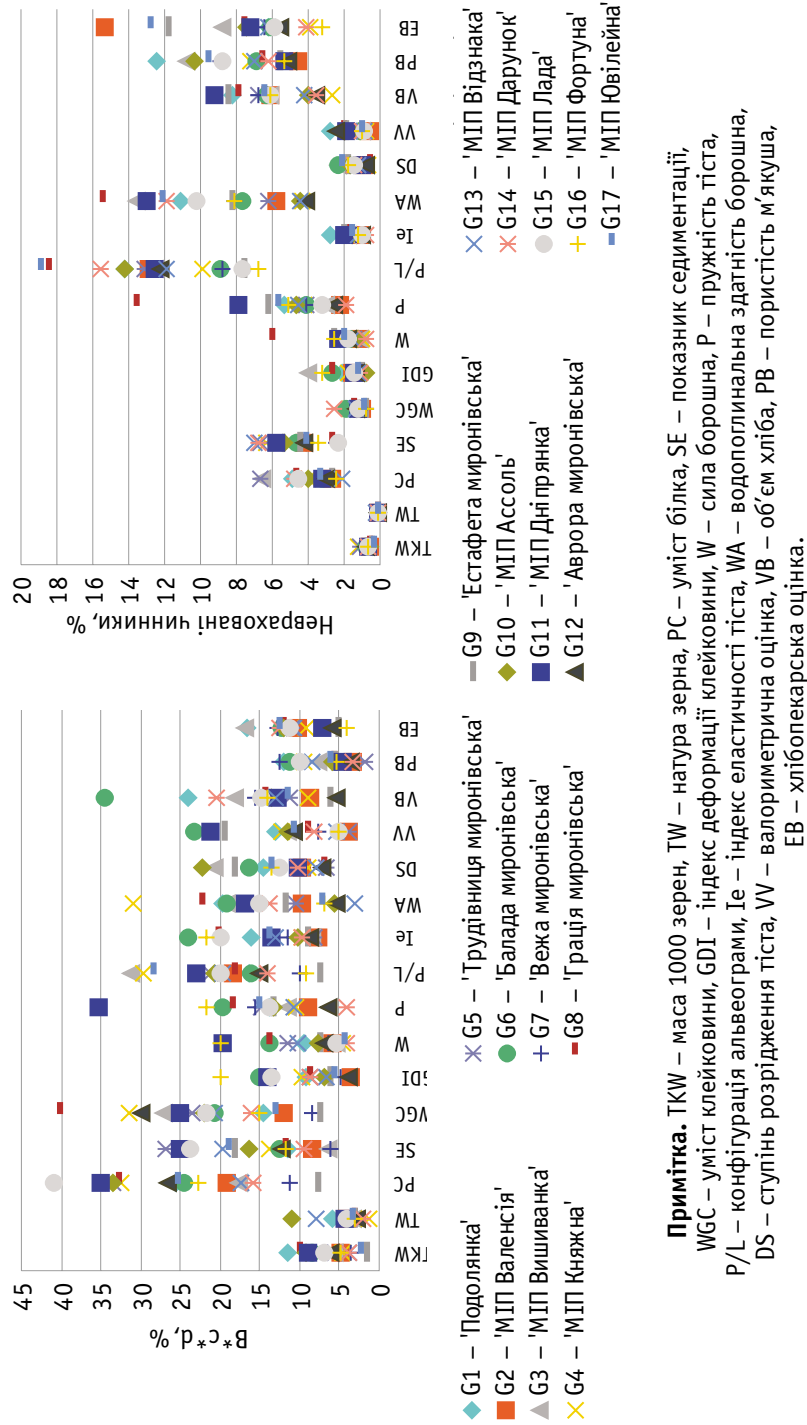
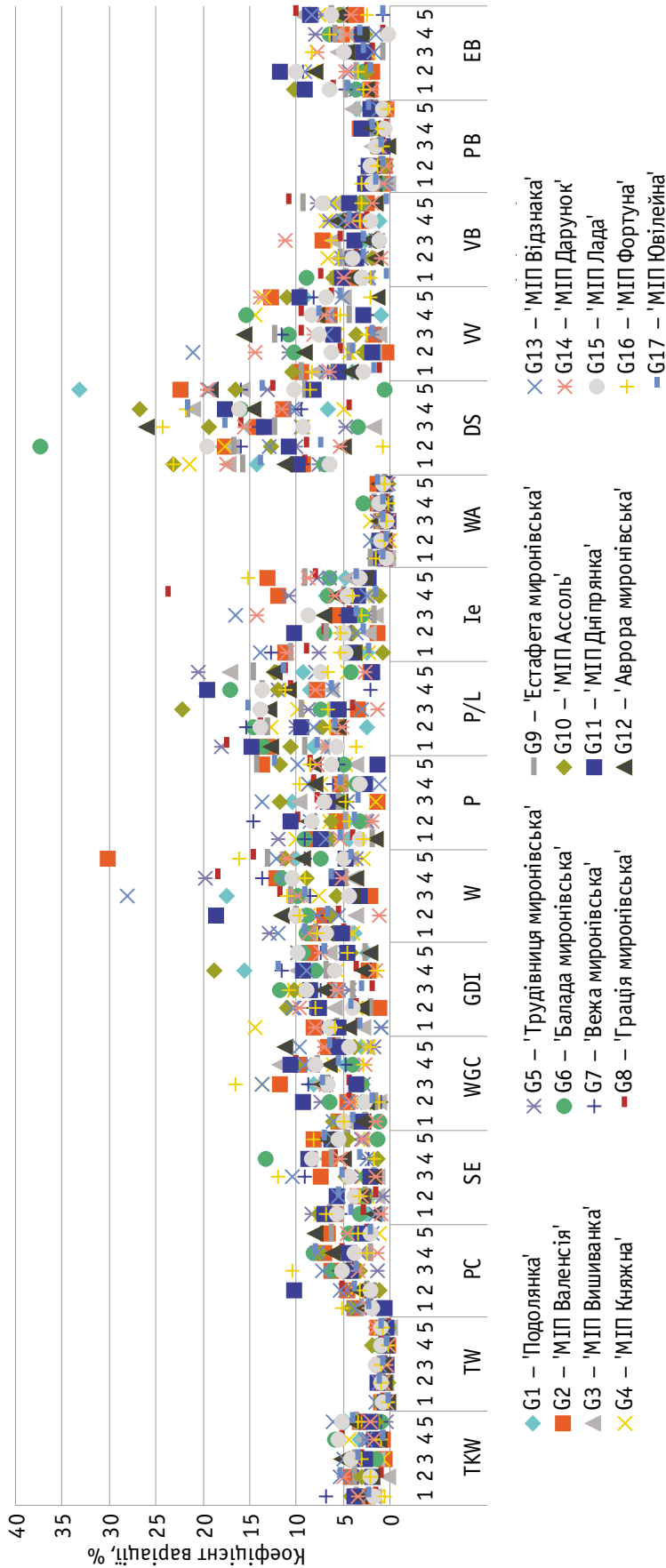


Рис. 1. Частка впливу (%) чинників на показники якості сортів пшениці м'якої озимої (2016/17–2018/19 рр.)



Примітка. Попередники: 1 – сидеральний пар, 2 – гірчиця; 3 – соя, 4 – кукурудза, 5 – соя;

TKW – маса 1000 зерен, TW – натура зерна, PC – уміст білка, SE – показник седиментації, WGC – уміст клейковини,

GDI – індекс деформації клейковини, W – сила борошна, P – пружність тіста, P/L – конфігурація альвеограми, Ie – індекс еластичності тіста,

WA – водопоглинальна здатність борошна, DS – ступінь розрідження тіста, VV – валориметрична оцінка, VB – об'єм хліба, PB – пористість м'якуша, EB – хлібопекарська оцінка.

Рис. 2. Коефіцієнт варіації (%) показників якості генотипів пшениці м'якої озимої залежно від строків сіви після різних попередників (2016/17–2018/19 рр.)

(14,1%), G8 'Грація миронівська' (13,4%), G9 'Естафета миронівська' (13,5%), G11 'МІП Дніпрянка' (13,1%), G12 'Аврора миронівська' (14,5%), G14 'МІП Дарунок' (13,0%), G15 'МІП Лада' (13,1%); *показник седиментації* – G4 'МІП Княжна' (75 мл); *уміст клейковини* – G2 'МІП Валенсія' (29,0%), G4 'МІП Княжна' (30,1%), G8 'Грація миронівська' (31,4%), G9 'Естафета миронівська' (29,4%), G10 'МІП Ассоль' (28,5%), G12 'Аврора миронівська' (34,0 %); *сила борошна* – G2 'МІП Валенсія' (295 о. а.), G3 'МІП Вишиванка' (360 о. а.), G4 'МІП Княжна' (368 о. а.), G6 'Балада миронівська' (308 о. а.), G7 'Вежа миронівська' (288 о. а.), G9 'Естафета миронівська' (301 о. а.), G10 'МІП Ассоль' (314 о. а.), G13 'МІП Відзнака' (390 о. а.), G14 'МІП Дарунок' (336 о. а.), G15 'МІП Лада' (289 о. а.); *пружність тіста* – G2 'МІП Валенсія' (109 мм), G3 'МІП Вишиванка' (124 мм), G4 'МІП Княжна' (113 мм), G5 'Трудівниця миронівська' (96 мм), G6 'Балада миронівська' (107 мм), G7 'Вежа миронівська' (99 мм), G9 'Естафета миронівська' (112 мм), G10 'МІП Ассоль' (101 мм), G12 'Аврора миронівська' (104 мм), G13 'МІП Відзнака' (143 мм), G14 'МІП Дарунок' (125 мм), G15 'МІП Лада' (106 мм), G16 'МІП Фортуна' (113 мм); *водопоглинальна здатність борошна* – усі сорти, окрім G17 'МІП Ювілейна' (58,0%); *валориметрична оцінка* – G4 'МІП Княжна' (62 о. вал.), G6 'Балада миронівська' (54 о. вал.), G7 'Вежа миронівська' (54 о. вал.), G9 'Естафета миронівська' (57 о. вал.), G17 'МІП Ювілейна' (54 о. вал.).

Виділені сорти можуть бути використані в селекційному процесі як генетичні джерела для поліпшення відповідних якісних показників. Зокрема, за фізичними показниками якості зерна – G5 'Трудівниця миронівська', G6 'Балада миронівська', G11 'МІП Дніпрянка'; фізичними показниками якості борошна – G4 'МІП Княжна'; реологічними властивостями тіста – G6 'Балада миронівська', G7 'Вежа миронівська', G9 'Естафета миронівська'.

У сучасних виробничих умовах комерційну цінність становлять сорти пшениці м'якої озимої, які поєднують високі значення комплексу показників якості з високим та стабільним рівнем урожайності. Індексні стандартизовані значення сполучення розглянутих вище деяких показників хлібопекарської якості та середнього значення врожайності за роками, строками сівби та після різних попередників, а також середній GYT (genotype by yield*trait) index, який характеризує узагальнену оцінку кожного генотипу,

наведено в таблиці 2. На основі цих даних проведено графічний GYT biplot аналіз.

З рисунку 3 випливає, що найменшу довжину векторів, а відповідно й найнижчу диференціювальну здатність, мало сполучення врожайності та пружності тіста (YLD_P). Більшою диференціювальною здатністю (довші вектори) характеризувались сполучення YLD_VB (урожайності та об'єму хліба), YLD_EB (урожайності й хлібопекарської оцінки), YLD_DS (урожайності та ступеня розрідження тіста), YLD_PC (урожайності та вмісту білка), YLD_WA (урожайності та водопоглинальної здатності борошна), YLD_TW (урожайності та натури зерна), YLD_PB (урожайності та пористості м'якуша). Сполучення YLD_P (урожайності та пружності тіста), а також YLD_PB (урожайності та пористості м'якуша) мали найбільшу репрезентативність, оскільки вони були найближчими до середнього вектора для всіх сполучень, який позначений стрілкою в малому колі.

Найнижчу репрезентативність виявлено у сполучень YLD_VB (урожайності та об'єму хліба), YLD_DS (урожайності та ступеня розрідження тіста) і YLD_WGC (урожайності та вмісту клейковини), оскільки їхні вектори були найбільш відхилені від середньої осі. Серед сполучень із досить високою диференціювальною здатністю та більшою, порівняно з іншими, репрезентативністю, можна виділити YLD_TW (урожайності та натури зерна) і YLD_PB (урожайності та пористості м'якуша).

Рисунок 4 дає змогу проаналізувати взаємодію між окремими сполученнями врожайності та показників якості. Зокрема, дуже близьке розташування векторів між собою, а також практично однакову їхню довжину, мали сполучення YLD_EB (урожайності та хлібопекарської оцінки), YLD_VB (урожайності та об'єму хліба) і YLD_DS (урожайності та ступеня розрідження тіста). В останніх двох напрямках векторів узагалі співпадав.

Також слід відзначити близьке розташування між собою векторів YLD_TKW (урожайності та маси 1000 зерен) і YLD_WA (урожайності та водопоглинальної здатності борошна), хоча вони дещо різнилися за диференціювальною здатністю. Несуттєво різнилися за довжиною векторів, але були близькими одне до одного сполучення YLD_W (урожайності та сили борошна) і YLD_PB (урожайності та пористості м'якуша). Найвіддаленішими одне від одного були сполучення YLD_WGC (урожайності та вмісту клейковини), YLD_VB (урожайності та об'єму хліба) і YLD_DS (урожайності та ступеня розрідження тіста).

Таблиця 1

Характеристика сортів пшениці м'якої озимої за комплексом показників якості (2016/17–2018/19 рр.)

Шифр	Сорт	TKW, г	TW, г/л	PC, %	SE, мл	WGC, %	W, о. а.	P, мм	WA, %	DS, о. ф.	WV, о. вал.	VB, см ³	PB, %	EB, бал
G1	'Подольянка'	40,7	765	12,6	72	27,8	265	87	57,8	57	52	940	85	3,7
G2	'МІП Валенсія'	38,9	763	13,2	63	29,0	295	109	60,4	106	49	724	79	2,7
G3	'МІП Вишиванка'	39,7	778	12,7	70	26,8	360	124	61,4	63	51	972	85	3,8
G4	'МІП Княжна'	41,0	767	14,1	75	30,1	368	113	61,5	77	62	969	84	3,5
G5	'Трудівниця миронівська'	41,6	782	12,6	62	26,1	263	96	61,8	82	49	803	82	3,1
G6	'Балада миронівська'	42,2	775	12,6	67	28,2	308	107	59,4	67	54	912	80	3,3
G7	'Вежа миронівська'	40,9	741	12,5	62	27,1	288	99	58,6	59	54	835	83	3,2
G8	'Грація миронівська'	41,0	752	13,4	62	31,4	173	62	59,7	126	39	763	81	2,9
G9	'Естафета миронівська'	39,2	781	13,5	66	29,4	301	112	62,1	88	57	740	79	2,9
G10	'МІП Ассоль'	38,0	758	12,7	73	28,5	314	101	59,9	65	51	941	84	3,6
G11	'МІП Дніпрянка'	42,1	775	13,1	61	28,3	240	82	61,2	116	44	768	80	2,9
G12	'Аврора миронівська'	42,6	759	14,5	65	34,0	257	104	64,0	120	44	685	77	2,5
G13	'МІП Відзнака'	40,7	771	12,8	58	26,4	390	143	63,1	78	48	795	80	3,0
G14	'МІП Дарунок'	42,9	757	13,0	65	26,9	336	125	61,2	97	42	797	80	3,1
G15	'МІП Лада'	38,0	744	13,1	64	26,0	289	106	61,7	94	49	794	79	3,1
G16	'МІП Фортуна'	38,8	760	12,9	59	25,7	280	113	62,2	87	49	847	80	3,1
G17	'МІП Ювілейна'	38,8	771	12,9	73	28,4	271	91	58,0	62	54	866	83	3,2
	НІР _{0,05}	0,7	2	0,4	3	0,7	20	8	0,7	7	2	43	2	0,2

Примітка. TKW – маса 1000 зерен, TW – натура зерна, PC – уміст білка, SE – показник седиментації, WGC – уміст клейковини, GDI – індекс деформації клейковини, W – сила борошна, P – пружність тіста, WA – водопоглинальна здатність борошна, DS – ступінь розрідження тіста, WV – валориметрична оцінка, VB – об'єм хліба, PB – пористість м'якуша, EB – хлібопекарська оцінка.

Таблиця 2
Індексні стандартизовані сполучення врожайності та комплексу показників якості сортів пшениці м'якої озимої (2016/17–2018/19 рр.)

Шифр	Сорт	YLD*TKW	YLD*TW	YLD*PC	YLD*SE	YLD*WGC	YLD*W	YLD*P	YLD*WA	YLD/DS	YLD*VV	YLD*VB	YLD*PB	YLD*EB	GYT index
G1	'Подольнка'	0,04	-0,09	-0,88	1,09	-0,30	-0,55	-0,91	-1,00	1,47	0,30	1,15	0,67	1,43	0,19
G2	'МІП Валенсія'	0,24	0,89	1,42	0,20	1,18	0,30	0,54	0,87	-0,80	0,31	-0,76	0,41	-0,80	0,31
G3	'МІП Вишиванка'	-1,27	-0,70	-1,94	0,00	-1,48	0,82	0,60	-0,88	0,72	-0,29	0,94	-0,15	1,17	-0,19
G4	'МІП Княжна'	-1,08	-1,28	-0,10	0,67	-0,20	0,82	0,02	-1,20	-0,17	1,16	0,70	-0,74	0,10	-0,10
G5	'Трудівниця миронівська'	1,43	1,32	0,41	-0,05	-0,35	-0,32	-0,18	1,27	0,08	0,33	0,15	1,04	0,33	0,42
G6	'Балада миронівська'	0,67	0,13	-0,90	0,27	-0,11	0,22	0,11	-0,55	0,73	0,54	0,83	-0,29	0,48	0,16
G7	'Вежа миронівська'	0,56	-0,22	-0,61	-0,44	-0,29	-0,02	-0,17	-0,32	1,43	0,78	0,21	0,66	0,39	0,15
G8	'Грація миронівська'	-0,18	-0,72	-0,04	-0,98	1,21	-2,27	-2,19	-0,79	-1,48	-1,89	-0,97	-0,47	-0,80	-0,89
G9	'Естафета миронівська'	0,44	1,35	2,04	0,78	1,43	0,44	0,67	1,43	-0,15	1,69	-0,56	0,35	-0,30	0,74
G10	'МІП Ассоль'	-0,08	0,86	0,76	2,15	0,97	0,69	0,15	0,78	1,13	0,70	1,83	1,61	1,74	1,02
G11	'МІП Дніпрянка'	1,01	0,51	0,44	-0,66	0,27	-0,91	-1,06	0,43	-1,16	-0,84	-0,57	-0,01	-0,54	-0,24
G12	'Аврора миронівська'	-0,86	-1,84	0,05	-1,34	1,20	-1,14	-0,56	-0,97	-1,54	-1,70	-2,40	-2,57	-2,56	-1,25
G13	'МІП Відзнака'	1,42	1,45	1,16	-0,51	0,12	2,27	2,46	2,12	0,39	0,29	0,27	0,96	0,21	0,97
G14	'МІП Дарунок'	1,10	-0,13	-0,04	-0,16	-0,59	0,77	1,06	0,17	-0,69	-1,27	-0,36	-0,17	-0,16	-0,04
G15	'МІП Лада'	-1,99	-1,46	-1,21	-1,11	-1,86	-0,41	-0,22	-0,83	-0,79	-0,57	-0,95	-1,44	-0,77	-1,05
G16	'МІП Фортуна'	-0,98	-0,41	-0,60	-1,39	-1,49	-0,34	0,35	0,10	-0,37	-0,37	0,00	-0,50	-0,23	-0,48
G17	'МІП Ювілейна'	-0,47	0,34	0,06	1,47	0,28	-0,37	-0,64	-0,63	1,19	0,83	0,49	0,63	0,33	0,27

Примітка. YLD – урожайність, TKW – маса 1000 зерен, TW – натура зерна, PC – показник седиментації, WGC – уміст білка, SE – уміст клейковини, GDI – індекс деформації клейковини, W – сила борошна, P – пружність тіста, WA – водопоглинна здатність борошна, DS – ступінь розрідження тіста, VB – валориметрична оцінка, VB – об'єм хліба, PB – пористість м'якуша, EB – хлібопекарська оцінка, GYT index – загальний індекс генотипу за поєднанням урожайності з показниками якості.

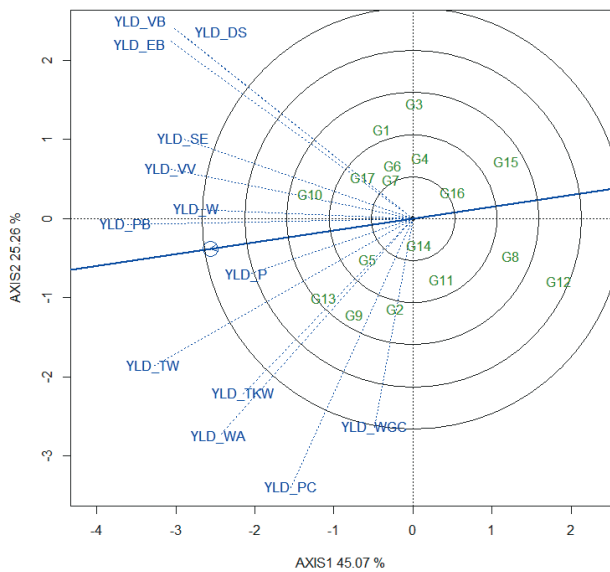


Рис. 3. GYT biplot диференціальної здатності та репрезентативності за поєднанням урожайності та якісних показників (2016/17–2018/19 рр.)

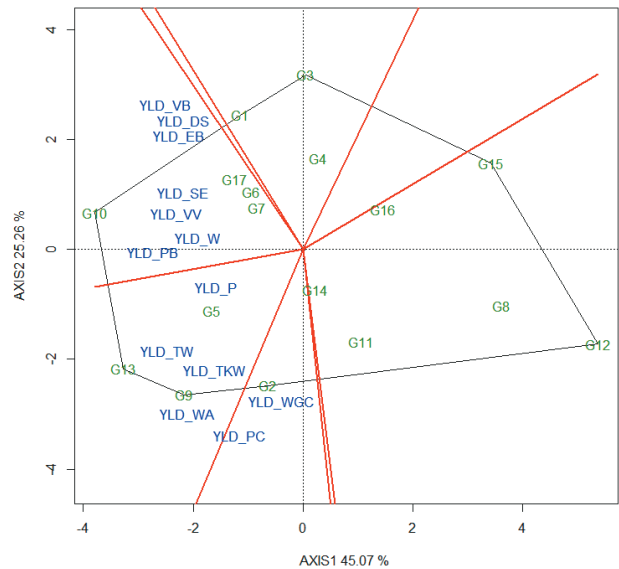


Рис. 5. GYT biplot «хто-де-переміг» за поєднанням урожайності та показників якості зерна (2016/17–2018/19 рр.)

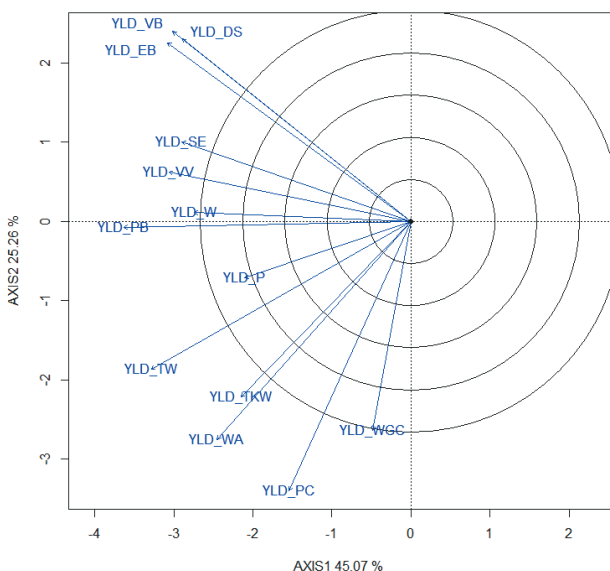


Рис. 4. GYT biplot, який характеризує зв'язок між окремими поєднаннями врожайності та якісних показників (2016/17–2018/19 рр.)

GYT biplot «хто-де-переміг» показує, що сполучення врожайності з показниками якості розподілились у трьох секторах, які можна характеризувати як мегасередовища (рис. 5).

Перший включав сполучення YLD_VB (урожайності та об'єму хліба), YLD_DS (урожайності та ступеня розрідження тіста), YLD_EB (урожайності та хлібопекарської оцінки), YLD_SE (урожайності та показника седиментації), YLD_VV (урожайності та валориметричної оцінки), YLD_W (урожайності та сили борошна) і YLD_PB (урожайності та пористості м'якуша). Перевагу в цьому середовищі мав сорт G10 'МПП Ассоль'. Також у цьо-

му секторі розмістилися сорти G17 'МПП Ювілейна', G7 'Вежа миронівська' і G6 'Балада миронівська'. Таким чином, для сортів G10 'МПП Ассоль', G17 'МПП Ювілейна', G7 'Вежа миронівська' і G6 'Балада миронівська' саме низка вищеназваних сполучень урожайності та показників якості була найхарактернішою. Друге мегасередовище утворено поєднаннями YLD_P (урожайності та пружності тіста), YLD_TW (урожайності та натуре зерна), YLD_TKW (урожайності та маси 1000 зерен), YLD_WA (урожайності та водопоглинальної здатності борошна). У ньому на різних вершинах полігону розмістились одразу два сорти – G13 'МПП Відзнака' і G9 'Естафета миронівська'. Окрім них, до цього сектора потрапив сорт G5 'Трудівниця миронівська'. Сполучення YLD_WGC (урожайності та вмісту клейковини), а також сорт G2 'МПП Валенсія' потрапили до третього мегасередовища. Практично на лінії, що розмежовує друге та третє мегасередовища, розмістилося поєднання YLD_PC (урожайності та вмісту білка). На лінії, що ділить третє мегасередовище й сектор без поєднань урожайності та якісних показників, знаходився сорт G14 'МПП Дарунок'. Слід зазначити, що для селекційного використання значний практичний інтерес становить комбінування між собою як батьківських компонентів схрещування генотипів, які були розміщені в різних мегасередовищах за поєднаннями врожайності та показників якості (I × II, I × III, II × III).

Координування генотипів за середнім значенням усіх поєднань урожайності та якісних показників, а також статистично роз-

рахований рівень їхнього оптимального поєднання підтверджує та доповнює вище зазначені особливості (рис. 6). У порядку спадання – від більших до нижчих значень за узагальненою оцінкою розташувалися сорти G13 ‘МІП Відзнака’, G10 ‘МІП Ассоль’, G9 ‘Естафета миронівська’, G5 ‘Трудівниця миронівська’, G2 ‘МІП Валенсія’, G17 ‘МІП Ювілейна’, G6 ‘Балада миронівська’, G7 ‘Вежа миронівська’ і стандарт G1 ‘Подольнянка’. Решта сортів поступалися їм та середньому значенню для всієї вибірки, яке представлено похилою вертикальною лінією, що перетинає основу GYT biplot.

Найближче розташованими до статистично розрахованого «ідеального генотипу», який представлено стрілкою на середній горизонтальній осі в центрі центричних кіл, були сорти G13 ‘МІП Відзнака’ і G10 ‘МІП Ассоль’ (рис. 7). Тобто, вони мали оптимальніше, порівняно з іншими, сполучення рівня врожайності та показників якості в середньому у трирічних дослідженнях за трьох строків сівби після п’яти різних попередників. Водночас вони різнилися між собою за низкою сполучень урожайності та показників якості, оскільки розміщувалися по різні боки від середньої осі, і, як розглянуто вище, у різних мегасередовищах. На увагу заслуговують також сорти G9 ‘Естафета миронівська’, G5 ‘Трудівниця миронівська’, G2 ‘МІП Валенсія’, G17 ‘МІП Ювілейна’, G6 ‘Балада миронівська’, G7 ‘Вежа миронівська’, які дещо поступалися вищезгаданим, зокрема за середньою величиною

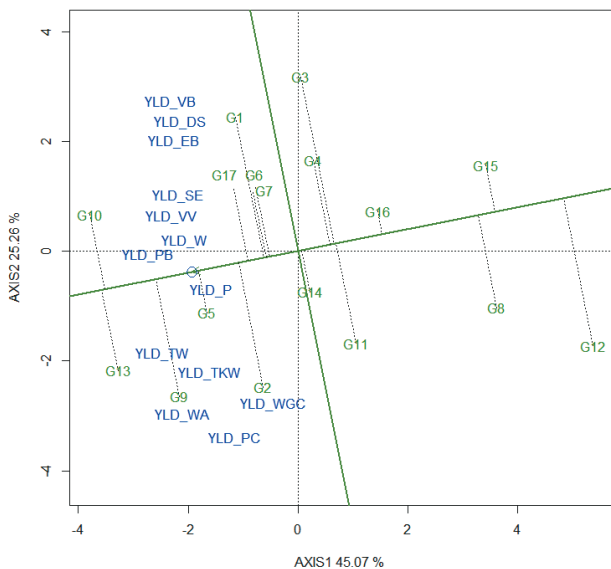


Рис. 6. GYT biplot середньозважена координація генотипів пшениці м’якої озимої за рівнем прояву певних поєднань урожайності (2016/17–2018/19 рр.)

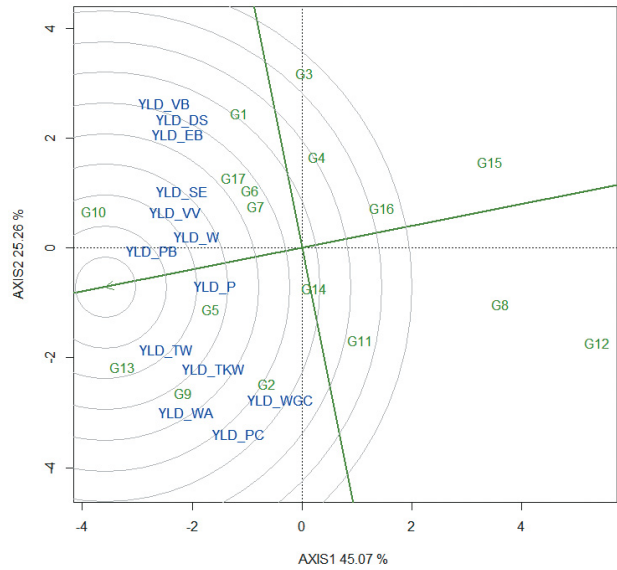


Рис. 7. GYT biplot ранжування генотипів пшениці м’якої озимої відносно до ідеального генотипу за поєднанням урожайності та якісних показників (2016/17–2018/19 рр.)

та збалансованістю показників (G9 ‘Естафета миронівська’, G2 ‘МІП Валенсія’, G17 ‘МІП Ювілейна’) або середнім значенням (G5 ‘Трудівниця миронівська’, G7 ‘Вежа миронівська’, G6 ‘Балада миронівська’), однак переважали стандарт G1 ‘Подольнянка’, а також середні значення в досліді та, відповідно, і решту сортів.

Отже, охарактеризовані вище сорти є стабільнішими за формуванням підвищеного рівня врожайності у поєднанні з комплексом показників якості в розрізі різних років, попередників та строків сівби. Решта сортів, а саме G14 ‘МІП Дарунок’, G11 ‘МІП Дніпрянка’, G4 ‘МІП Княжна’, G3 ‘МІП Вишиванка’, G16 ‘МІП Фортуна’, G8 ‘Трація миронівська’, G15 ‘МІП Лада’ і G12 ‘Аврора миронівська’, очевидно потребують значно більшої уваги щодо строку сівби після відповідних попередників.

Висновки

Особливості, виявлені за рівнем прояву та варіабельністю комплексу показників якості пшениці м’якої озимої залежно від гідротермічних умов року, строку сівби й попередників, слід урахувувати під час оцінювання та диференціювання генотипів у селекційному процесі, а також розроблення базових елементів технології вирощування сортів.

Виділено сорти, які можуть бути використані як джерела стабільнішого рівня прояву показників якості в селекційному процесі. Зокрема, за фізичними показниками якості зерна – ‘Трудівниця миронівська’, ‘Балада миронівська’, ‘МІП Дніпрянка’; фізичними

показниками якості борошна – ‘МІП Княжна’; реологічними властивостями тіста – ‘Балада миронівська’, ‘Вежа миронівська’, ‘Естафета миронівська’.

Особливий практичний інтерес становить комбінування між собою як батьківських компонентів схрещування генотипів, які відповідно до GYT biplot були розміщені в різних мегасередовищах, за поєднаннями врожайності та показників якості.

Стабільніший рівень прояву врожайності та показників якості у виробничих умовах за різних строків сівби після різних попередників можна очікувати вирощуючи сорти ‘МІП Відзнака’, ‘МІП Ассоль’, а також ‘Естафета миронівська’, ‘Трудівниця миронівська’, ‘МІП Валенсія’, ‘МІП Ювілейна’, ‘Балада миронівська’, ‘Вежа миронівська’.

Використана література

- Li S., Wang L., Meng Y. et al. Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat. *Plants*. 2021. Vol. 10, Iss. 4. P. 713. doi: 10.3390/plants10040713
- Denčić S., Mladeno N., Kobiljski B. Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *Int. J. Plant Prod.* 2011. Vol. 5, Iss. 1. P. 71–82. doi: 10.22069/IJPP.2012.721
- Amiri R., Sasani S., Jalali-Honarmand S. et al. Genetic diversity of bread wheat genotypes in Iran for some nutritional value and baking quality traits. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2018. Vol. 24, Iss. 1. P. 147–157. doi: 10.1007/s12298-017-0481-4
- Farhat W. Z. El-Ya. Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egypt. J. Appl. Sci.* 2020. Vol. 35, Iss. 11. P. 144–162. doi: 10.21608/ejas.2020.136366
- Cappelli A., Cini E. Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: a systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, Iss. 5. 2608. doi: 10.3390/su13052608
- Braun H. J., Atlin G., Payne T. Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. *Climate change and crop production* / M. P. Reynolds (Ed.). Wallingford: CAB, 2010. P. 115–138. doi: 10.1079/9781845936334.0115
- Nehe A., Akin B., Sanal T. et al. Genotype × environment interaction and genetic gain for grain yield and grain quality traits in Turkish spring wheat released between 1964 and 2010. *PLoS ONE*. 2019. Vol. 14, Iss. 7. e0219432. doi: 10.1371/journal.pone.0219432
- Betsiashvili M., Samadashvili T., Simonishvili N. et al. Agromorphological and biochemical characterization of Georgian common wheat (*T. aestivum*) – “Dolis puri” sub-varieties. *Ann. Agrar. Sci.* 2020. Vol. 18, Iss. 4. P. 448–458.
- Sapirstein H., Wu Y., Koxsel F., Graf R. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat. *J. Cereal Sci.* 2018. Vol. 81. P. 52–59. doi: 10.1016/j.jcs.2018.01.012
- Sobolewska M., Wenda-Piesik A., Jaroszewska A., Stankowski S. Effect of habitat and foliar fertilization with K, Zn and Mn on winter wheat grain and baking qualities. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, Iss. 2. P. 276–297. doi: 10.3390/agronomy10020276
- Doneva S., Daskalova N., Spetsov P. Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. Vol. 105, No 2. P. 113–122. doi: 10.13080/z-a.2018.105.015
- Karaduman Y., Akın A., Yılmaz E. et al. Ekmeklik buğday islah programlarında gluten kalitesinin değerlendirilmesi [Evaluation of Bread Wheat Quality in Bread Wheat Breeding Programs]. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*. 2021. Vol. 3, Iss. 1. P. 141–151. doi: 10.46387/bjesr.903338
- Koppel R., Ingver A. Stability and predictability of baking quality of winter wheat. *Agron. Res.* 2010. Vol. 8. P. 637–644.
- Kaya Y., Akcura M. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Sci. Technol.* 2014. Vol. 32, Iss. 2. P. 386–393. doi: 10.1590/fst.2014.0041
- Sasani S., Amiri R., Sharifi H. R., Lotfi A. Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East climate conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2020. Vol. 107, No 3. P. 279–286. doi: 10.13080/z-a.2020.107.036
- Cappelli A., Cini E., Guerini L. et al. Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining. *J. Cereal Sci.* 2018. Vol. 83. P. 229–235. doi: 10.1016/j.jcs.2018.09.006
- Vázquez D., Balzani A. Uruguayan wheat proteins: their relationship with traditional parameters and how are they affected by genotype and environment. *Agrocienc. Urug.* 2020. Vol. 24, No 1. e147. doi: 10.31285/AGRO.24.147
- Schopf M., Scherf K. A. Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods*. 2021. Vol. 10, Iss. 2. 228. doi: 10.3390/foods10020228
- Živančev D., Jocković B., Miroslavljević M. et al. How a slight modification of the bread-making procedure for the evaluation of wheat cultivars affects the most important properties of bread (bread volume and bread crumb). *J. Process. Energy Agric.* 2019. Vol. 23, Iss. 4. P. 180–184. doi: 10.5937/JPEA1904180Q
- Angus J. F., Kirkegaard J. A., Hunt J. R. et al. Break crops and rotations for wheat. *Crop Pasture Sci.* 2015. Vol. 66, Iss. 6. P. 523–552. doi: 10.1071/CP14252
- Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Adv. Crop Sci. Tech.* 2018. Vol. 6, Iss. 2. 356. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
- Babiker W. A., Abdelmula A. A., Eldessougi H. I., Gasim S. E. The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian J. Plant Sci. Res.* 2017. Vol. 7, Iss. 3. P. 24–28.
- Senapati N., Brown H. E., Semenov M. A. Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agric. For. Meteorol.* 2019. Vol. 271. P. 33–45. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025
- Bagulho A. S., Costa R., Almeida A. S. et al. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emir. J. Food Agric.* 2015. Vol. 27, Iss. 2. P. 186–199. doi: 10.9755/ejfa.v27i2.19279
- Ergashev N. Yu., Khalikov B. M. The influence of precursor plants to protein and gluten of fall wheat. *Int. J. Sci. Res.* 2017. Vol. 6, Iss. 12. P. 862–863. doi: 10.21275/ART20178854
- Na-Allah M. S., Muhammad A., Mohammed I. U. et al. Yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by planting date and planting methods in the Sudan Savanna ecological zone of Nigeria. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res.* 2018. Vol. 4, Iss. 5. P. 1993–2002. doi: 10.21276/ijlssr.2018.4.5.6
- Silva R. R., Benin G., Almeida J. L. de et al. Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. *Acta Sci. Agron.* 2014. Vol. 36, Iss. 2. P. 201–210. doi: 10.4025/actasciagron.v36i2.16180
- Madhu U., Begum M., Salam A., Sarkar S. K. Influence of sowing date on the growth and yield performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Arch. Agr. Environ. Sci.* 2018. Vol. 3, Iss. 1. P. 89–94. doi: 10.26832/24566632.2018.0301014
- Abugaliyeva A. I., Morgounov A. I. Genetic potential of winter wheat grain quality in central Asia. *Int. J. Environ. Sci. Educ.* 2016. Vol. 11, Iss. 11. P. 4869–4884.

30. Agrawal D. K., Nath S. Effect of Climatic Factor and Date of Sowing on Wheat Crop in Allahabad Condition, Uttar Pradesh. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018. Vol. 7, Iss. 9. P. 1776–1782. doi: 10.20546/ijcsmas.2018.709.214
31. Правдзіва І. В., Демидов О. А., Гудзенко В. М., Дергачов О. Л. Оцінювання врожайності та стабільності генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від попередників та строків сівби. *Plant Var. Stud. Prot.* 2020. Т. 16, № 3. С. 291–302. doi: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923
32. Технологія виробництва насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Київ : Компринт, 2016. 92 с.
33. Yan W., Frégeau-Reid J. Genotype by yield*trait (GYT) biplot: a novel approach for genotype selection based on multiple traits. *Sci. Rep.* 2018. Vol. 8. 8242. doi: 10.1038/s41598-018-26688-8
34. Bordes J., Branlard G., Oury F. X. et al. Agronomic characteristics, grain quality and flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection. *J. Cereal Sci.* 2008. Vol. 48, Iss. 3. P. 569–579. doi: 10.1016/j.jcs.2008.05.005
- ## References
1. Li, S., Wang, L., Meng, Y., Hao, Y., Xu, H., Hao, M., ... Zhang, Y. (2021). Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat. *Plants*, 10(4), 713. doi: 10.3390/plants10040713
2. Denčić, S., Mladeno, N., & Kobiljski, B. (2021). Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *Int. J. Plant Prod.*, 5(1), 71–82. doi: 10.22069/IJPP.2012.721
3. Amiri, R., Sasani, S., Jalali-Honarmand, S., Rasaei, A., Seifolahpour, B., & Bahraminejad, S. (2018). Genetic diversity of bread wheat genotypes in Iran for some nutritional value and baking quality traits. *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 24(1), 147–157. doi: 10.1007/s12298-017-0481-4
4. Farhat, W. Z. El-Ya. (2020). Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 35(11), 144–162. doi: 10.21608/ejas.2020.136366
5. Cappelli, A., & Cini, E. (2021). Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: a systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality. *Sustainability*, 13(5), 2608. doi: 10.3390/su13052608
6. Braun, H. J., Atlin, G., & Payne, T. (2010). Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In M. P. Reynolds (Ed.), *Climate change and crop production* (pp. 115–138). Wallingford: CABI. doi: 10.1079/9781845936334.0115
7. Nehe, A., Akin, B., Sanal, T., Evlice, A. K., Ünsal, R., Dinçer, N., ... Morgounov, A. (2019). Genotype × environment interaction and genetic gain for grain yield and grain quality traits in Turkish spring wheat released between 1964 and 2010. *PLoS ONE*, 14(7), e0219432. doi: 10.1371/journal.pone.0219432
8. Betsiashvili, M., Samadashvili, Ts., Simonishvili, N., Silagava, N., & Lohwasser, U. (2020). Agro-morphological and biochemical characterization of Georgian common wheat (*T. aestivum*) – “Dolis puri” sub-varieties. *Ann. Agrar. Sci.*, 18(4), 448–458.
9. Sapirstein, H., Wu, Y., Koksel, F., & Graf, R. (2018). A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat. *J. Cereal Sci.*, 81, 52–59. doi: 10.1016/j.jcs.2018.01.012
10. Sobolewska, M., Wenda-Piesik, A., Jaroszewska, A., & Stankowski, S. (2020). Effect of habitat and foliar fertilization with K, Zn and Mn on winter wheat grain and baking qualities. *Agronomy*, 10(2), 276–297. doi: 10.3390/agronomy10020276
11. Doneva, S., Daskalova, N., & Spetsov, P. (2018). Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105(2), 113–122. doi: 10.13080/z-a.2018.105.015
12. Karaduman, Y., Akin, A., Yılmaz, E., Doğan, S., & Belen, S. (2021). Ekmeklik Buğday Islah Programlarında Gluten Kalitesinin Değerlendirilmesi [Evaluation of bread wheat quality in bread wheat breeding programs]. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 141–151. doi: 10.46387/bjesr.903338 [in Turkey]
13. Koppel, R., & Ingver, A. (2010). Stability and predictability of baking quality of winter wheat. *Agron. Res.*, 8, 637–644.
14. Kaya, Y., & Akcura, M. (2014). Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Sci. Technol.*, 32(2), 386–393. doi: 10.1590/fst.2014.0041
15. Sasani, S., Amiri, R., Sharifi, H. R., & Lotfi, A. (2020). Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East climate conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107(3), 279–286. doi: 10.13080/z-a.2020.107.036
16. Cappelli, A., Cini, E., Guerrini, L., Masella, P., Angeloni, G., & Parenti, A. (2018). Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining. *J. Cereal Sci.*, 83, 229–235. doi: 10.1016/j.jcs.2018.09.006
17. Vázquez, D., & Balzani, A. (2020). Uruguayan wheat proteins: their relationship with traditional parameters and how are they affected by genotype and environment. *Agrocienc. Urug.*, 24(1), e147. doi: 10.31285/AGRO.24.147
18. Schopf, M., & Scherf, K. A. (2021). Water absorption capacity determines the functionality of vital gluten related to specific bread volume. *Foods*, 10(2), 228. doi: 10.3390/foods10020228
19. Živančev, D., Jocković, B., Miroslavljević, M., Momčilović, V., Mladenov, N., Aćin, V., & Pribić, M. (2019). How a slight modification of the bread-making procedure for the evaluation of wheat cultivars affects the most important properties of bread (bread volume and bread crumb). *J. Process. Energy Agric.*, 23(4), 180–184. doi: 10.5937/jpea1904180q
20. Angus, J. F., Kirkegaard, J. A., Hunt, J. R., Ryan, M. H., Ohlander, L., & Peoples, M. B. (2015). Break crops and rotations for wheat. *Crop Pasture Sci.*, 66(6), 523–552. doi: 10.1071/CP14252
21. Nadew, B. B. (2018). Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Adv. Crop Sci. Tech.*, 6(2), 356. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
22. Babiker, W. A., Abdelmula, A. A., Eldessougi, H. I., & Gasim, S. E. (2017). The effect of location, sowing date and genotype on seed quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum*). *Asian J. Plant Sci. Res.*, 7(3), 24–28.
23. Senapati, N., Brown, H. E., & Semenov, M. A. (2019). Raising genetic yield potential in high productive countries: Designing wheat ideotypes under climate change. *Agric. For. Meteorol.*, 271, 33–45. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025
24. 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. *Emir. J. Food Agric.*, 27(2), 186–199. doi: 10.9755/ejfa.v27i2.19279
25. Ergashev, N. Yu., & Khalikov, B. M. (2017). The influence of precursor plants to protein and gluten of fall wheat. *Int. J. Sci. Res.*, 6(12), 862–863. doi: 10.21275/ART20178854
26. Na-Allah, M. S., Muhammad, A., Mohammed, I. U., Bubuche, T. S., Yusif, H., & Tanimu, M. U. (2018). Yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by planting date and planting methods in the Sudan Savanna ecological zone of Nigeria. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res.*, 4(5), 1993–2002. doi: 10.21276/ijlssr.2018.4.5.6
27. Silva, R. R., Benin, G., Almeida, J. L. de, Batista Fonseca, I. C. de, & Zucareli, C. (2014). Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. *Acta Sci. Agron.*, 36(2), 201–210. doi: 10.4025/actasciagron.v36i2.16180
28. Madhu, U., Begum, M., Salam, A., & Sarkar, S. K. (2018). Influence of sowing date on the growth and yield performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Arch. Agr. Environ. Sci.*, 3(1), 89–94. doi: 10.26832/24566632.2018.0301014
29. Abugaliyeva, A. I., & Morgounov, A. I. (2016). Genetic potential of winter wheat grain quality in central Asia. *Int. J. Environ. Sci. Educ.*, 11(11), 4869–4884.

30. Agrawal, D. K., & Nath, S. (2018). Effect of Climatic Factor and Date of Sowing on Wheat Crop in Allahabad Condition, Uttar Pradesh. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 7(9), 1776–1782. doi: 10.20546/ijcmas.2018.709.214
31. Pravdziva, I. V., Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., & Derhachov, O. L. (2020). Evaluation of yield and stability of bread winter wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) depending on predecessors and sowing dates. *Plant Var. Stud. Prot.*, 16(3), 291–302. doi: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923 [in Ukrainian]
32. Siroshtan, A. A., & Kavunets, V. P. (Eds.). (2016). *Tekhnolohiia vyrobnytstva nasinnia pshenytsi ozymoi* [Technology of production of winter wheat seeds]. Kyiv: Kompynt. [in Ukrainian]
33. Yan, W., & Frégeau-Reid, J. (2018). Genotype by yield*trait (GYT) biplot: a novel approach for genotype selection based on multiple traits. *Sci. Rep.*, 8, 8242. doi: 10.1038/s41598-018-26688-8
34. Bordes, J., Branlard, G., Oury, F. X., Charmet, G., & Balfourier, F. (2008). Agronomic characteristics, grain quality and flour rheology of 372 bread wheats in a worldwide core collection. *J. Cereal Sci.*, 48(3), 569–579. doi: 10.1016/j.jcs.2008.05.005

UDC 633.111.1:631.559

Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., & Pravdziva, I. V.* (2021). Differentiation and identification of winter bread wheat varieties according to a complex of baking quality indicators. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(3), 226–239. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242959>

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

Purpose. Reveal the features of the formation of a quality indicator complex in winter bread wheat depending on the growing seasons, preceding crops and sowing dates, as well as differentiate and identify genotypes with high and stable levels of manifestation. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **Results.** A different share of the influence of the year conditions, the preceding crop, the sowing date and their interactions on the quality indicators of some varieties was determined. A different reaction of varieties in terms of quality indicators, depending on the investigated factors was revealed. The variation was very low for test weight, water absorption ability of flour, crumb porosity. Strong variation was observed for flour strength after sunflower and soybean as preceding crops, alveograph configuration ratio after sunflower and soybean, index of elasticity dough after corn, valorimetric value after mustard, dough dilution degree after green manure, sunflower, corn and especially after mustard and soybeans. The varieties, which on average for 2016/17–2018/19 reliably exceeded the standard both in individual indicators and in general in terms of physical indicators of grain and flour quality and dough rheological properties. GYT biplot analysis identified the genotypes

‘MIP Vidznaka’ and ‘MIP Assol’ with a more optimal combination of increased yield and a complex of quality indicators in terms of different years, preceding crops and sowing dates. Some varieties, namely, ‘Estafeta myronivska’, ‘Trudivnytsia myronivska’, ‘MIP Valensiia’, ‘MIP Yuvileina’, ‘Balada myronivska’, ‘Vezha myronivska’ were inferior to them, but were significantly superior the others. **Conclusions.** The selected by quality indicators varieties as genetic sources can be used in breeding process. A more stable level of yield and quality indicators at different sowing dates after different preceding crops should be expected for growing varieties ‘MIP Vidznaka’, ‘MIP Assol’, as well as ‘Estafeta myronivska’, ‘Trudivnytsia myronivska’, ‘MIP Valensiia’, ‘MIP Yuvileina’, ‘Balada myronivska’, ‘Vezha myronivska’. The peculiarities obtained in the research should be taken into account when evaluating and differentiating genotypes in breeding process, as well as developing basic elements of technology for growing the varieties of winter bread wheat.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; physical indicators of grain and flour quality; rheological characteristics of the dough; baking properties of the flour; sowing date; preceding crop; coefficient of variation; ANOVA; GYT biplot.

Надійшла / Received 10.08.2021
Погоджено до друку / Accepted 14.09.2021