

Оцінювання врожайності та стабільності генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від попередників та строків сівби

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

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

Мета. Виявити ефективність використання контрастних строків сівби після різних попередників для оцінювання генотипів пшениці м'якої озимої за врожайністю та стабільністю. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** Установлено різний, але достовірний рівень впливу на врожайність генотипів пшениці м'якої озимої таких чинників, як умови року вирощування (66,2%), попередники (12,5%), строки сівби (6,1%) та генотип (1,7%). Відзначено достовірні відмінності в реакції досліджених генотипів на строки сівби після різних попередників. Виявлено відносно менший вплив попередників на врожайність сортів 'Естафета миронівська' та 'Вежа миронівська', більший – 'МІП Дарунок', 'МІП Княжна' та 'МІП Вишиванка'. Строки сівби менше впливали на врожайність сортів 'МІП Фортуна', 'МІП Вишиванка' та 'Трудівниця миронівська', значно – сорту 'МІП Дарунок'. Установлено загальну тенденцію зменшення середньої врожайності в досліді зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня. Однак, для низки генотипів після певних попередників оптимальним був строк сівби 5 жовтня: після попередника сидеральний пар – для сортів 'Трудівниця миронівська', 'МІП Ассоль' та 'МІП Дніпрянка', після гірчиці – 'Вежа миронівська', після соняшнику – 'МІП Фортуна', після кукурудзи – 'МІП Фортуна' та 'Подольська'. У розрізі строків сівби встановлено найменше варіювання врожайності після попередників сидеральний пар, гірчиця та кукурудза сортів 'МІП Вишиванка', 'Балада миронівська', 'МІП Княжна', 'Естафета миронівська'. З використанням GGE biplot виявлено, що наближеним до «ідеального середовища» для реалізації рівня врожайності більшості генотипів був другий строк сівби після попередника сидеральний пар. За різними строками сівби й попередниками в середньому за три роки найоптимальніше поєднання рівня врожайності і стабільності відзначено для сортів 'Трудівниця миронівська', 'МІП Відзнака', 'МІП Ассоль', 'Естафета миронівська', 'МІП Валенсія'. **Висновки.** Використання різних строків сівби після різних попередників є ефективним підходом організації генотип-середовищних випробувань. Він дає змогу ідентифікувати як специфічно адаптовані до певних умов (попередників та строків сівби) генотипи, так і генотипи з відносно вищим рівнем стабільності за сівби після різних попередників та в різні строки. Такий підхід може бути використаний як на завершальному етапі селекції для диференціювання селекційних ліній за врожайністю та стабільністю, так і під час розроблення базових елементів технології вирощування новостворених сортів.

Ключові слова: пшениця м'яка озима; врожайність; стабільність; рік вирощування; строк сівби; попередник; коефіцієнт варіації; ANOVA; GGE biplot.

Вступ

Пшениця (*Triticum aestivum* L.) – одна з основних культур для харчування людства [1, 2]. Зростання виробництва зерна, що відповідає вимогам світових стандартів, є одним із важливих завдань сільськогосподарської науки та виробництва [3–5]. Урожайність пшениці формується внаслідок реалізації генетичних особливостей сорту у взаємодії з ґрунтово-кліматичними умовами й технологією вирощування [6–9]. Суттєво впливають на врожайність попередні куль-

тури. Попередники повинні сприяти отриманню належної врожайності високоякісного зерна та створенню задовільного фітосанітарного стану посівів [10]. Реалізація генетичного потенціалу сорту на рівні 70–80% можлива за умов дотримання всіх передбачених агротехнологічних заходів [11, 12].

Аналіз структури посівних площ сільськогосподарських культур в Україні за 2017–2019 рр. вказує на те, що, за винятком пшениці озимої (6411,9 тис. га), найбільші площі займають соняшник (6026,1 тис. га) та кукурудза (4701,5 тис. га), значні – соя (1774,8 тис. га), а також ріпак і гірчиця (разом 1086,7 тис. га) [13]. Тож очевидно, що значні площі пшениці озимої висівають саме після наведених зернових та технічних культур. Окрім цього, залежно від попередників та погодних умов певного року суттєво варіюють строки сівби пшениці [14–16]. За різних строків сівби, зумовлених у виробничих умовах терміном збирання попередників, водним і температурним

Iryna Pravdziva

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

Oleksandr Demydov

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

Volodymyr Hudzenko

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

Aleksandr Derkachov

<http://orcid.org/0000-0001-8615-7110>

режимами осіннього періоду, рослини озимих культур залежно від умов року вирощування «входять» у зиму на різних етапах росту й розвитку. У результаті цього впродовж наступних етапів вегетації вони зазнають дії біо- та абіотичних чинників, що суттєво позначається на рості, розвитку й у підсумку на рівні врожайності. За пізніх строків сівби та пізнього відновлення весняної вегетації слабкі з осені рослини не можуть повністю компенсувати відсутність осіннього куціння. І навпаки, необґрунтовано ранні строки сівби або переростання рослин унаслідок пізнього часу припинення вегетації в осінній період також призводять до негативних наслідків – зниження зимостійкості, а також вилягання й ураження збудниками хвороб протягом весняно-літньої вегетації. Оскільки спрогнозувати вищенаведені чинники практично неможливо, сьогодні необхідно створювати сорти, які характеризуються відносно стабільним рівнем вияву врожайності за різних строків сівби або появи сходів. Саме тому дослідження селекційних ліній за різних строків сівби сприяє їхньому ґрунтовнішому оцінюванню та добору адаптивних генотипів – кандидатів у сорти. Такий підхід дає змогу моделювати контрастні умови вирощування завдяки дії одних і тих же біо- та абіотичних чинників, але на різних етапах росту й розвитку рослин [17].

Лише за сівби в оптимальні строки та правильно дібраних для кожного сорту попередніх культур можливо отримати високі врожаї з високими показниками якості [18, 19]. Тому ці два аспекти повинні бути враховані під час

оцінювання й добору генотипів – майбутніх сортів. Практичне значення має інформація як щодо оптимального для кожного генотипу попередника та строку сівби, так і виділення генотипів з вищим рівнем фенотипової стабільності за врожайністю після різних попередників та за різних строків сівби [20–22]. Використання строків сівби та деяких попередників для дослідження сортів пшениці озимої також наведено в публікаціях [23–28]. Але у зв'язку зі змінами клімату спостерігаємо зміщення строків сівби на більш пізні, а також масове використання наведених вище зернових та технічних культур. Це спонукає до вивчення ефективності використання інших строків сівби після попередників, які займають найбільші площі посіву в Україні, для диференціаціювання генотипів.

Мета досліджень – виявити ефективність використання контрастних строків сівби після різних попередників для оцінювання генотипів пшениці м'якої озимої за врожайністю та стабільністю.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в умовах Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН України (МІП) у 2016/17–2018/19 рр. Досліджували сімнадцять генотипів пшениці м'якої озимої (G1...G17) (табл. 1) за трьох строків сівби (I – 26 вересня, II – 5 жовтня, III – 16 жовтня) та після п'яти попередників [сидеральний пар (GM), гірчиця (MS), соя (SB), сояшник (SF), кукурудза (CR)].

Для зручності візуалізації на графіках застосували кодування таким чином: GM–I,

Таблиця 1

Характеристика генотипів пшениці м'якої озимої

Шифр	Сорт	Лінія	Походження
G1	'Подольнка (St)'		
G2	'МІП Валенсія'	'Ер. 37328'	'Ермак' / 'Миронівська 35' + НМС _{0,005%}
G3	'МІП Вишиванка'	'Ер. 54866'	'Ер. 53575' / 'Л. 53919'
G4	'МІП Княжна'	'Ер. 54822'	'Українка одеська' / 'Ер. 50137'
G5	'Трудівниця миронівська'	'Л. 36921'	'Ер. 53686' / 'Крижинка'
G6	'Балада миронівська'	'Ер. 54937'	'Донская полукарликовая' / 'Естет' // 'Ер. 53321'
G7	'Вежа миронівська'	'Ер. 37337'	'Миронівська остиста' / 'Л.28555' + НБС _{0,01%}
G8	'Грація миронівська'	'Ер. 36802'	'Ер. 52422' // 'Ер. 10071' / 'Gama'
G9	'Естафета миронівська'	'Л. 36772'	'Миронівська 64' / 'Л. 50713'
G10	'МІП Ассоль'	'Л. 55002'	'Sakwa' / 'Миронівська 65' // 'Л. 52948'
G11	'МІП Дніпрянка'	'Л. 37090'	'Берегиня' / 'Е. г. 134/2000' // 'Л. 30195'
G12	'Аврора Миронівська'	'Ер. 55023'	'Миронівська 29' / 'Palotas'
G13	'МІП Відзнака'	'Л. 37519'	'Миронівська 64' / 'Л. 50713'
G14	'МІП Дарунок'	'Л. 55198'	'Перлина Лісостепу' / 'Л. 53637'
G15	'МІП Лада'	'Л. 55046'	'Л. 52497' / 'Ер. 53252'
G16	'МІП Фортуна'	'Л. 37660'	Індивідуальний добір 'Л. 32301'
G17	'МІП Ювілейна'	'Л. 37465'	'Володарка' / 'Дальницька'

Примітка. Різновидність пшениці Ер. – Еритроспермум та Л. – Лютесценс; НМС – нітрозометилсечовина; НБС – нітрозобіуретсечовина; Е. г. – *Erysiphe graminis*.

GM-II, GM-III – перший, другий, третій строки сівби після попередника сидеральний пар; MS-I, MS-II, MS-III – перший, другий, третій строки сівби після попередника гірчиця, SB-I, SB-II, SB-III – перший, другий, третій строки сівби після попередника соя, SF-I, SF-II, SF-III – перший, другий, третій строки сівби після попередника соняшник, CR-I, CR-II, CR-III – перший, другий, третій строки сівби після попередника кукурудза.

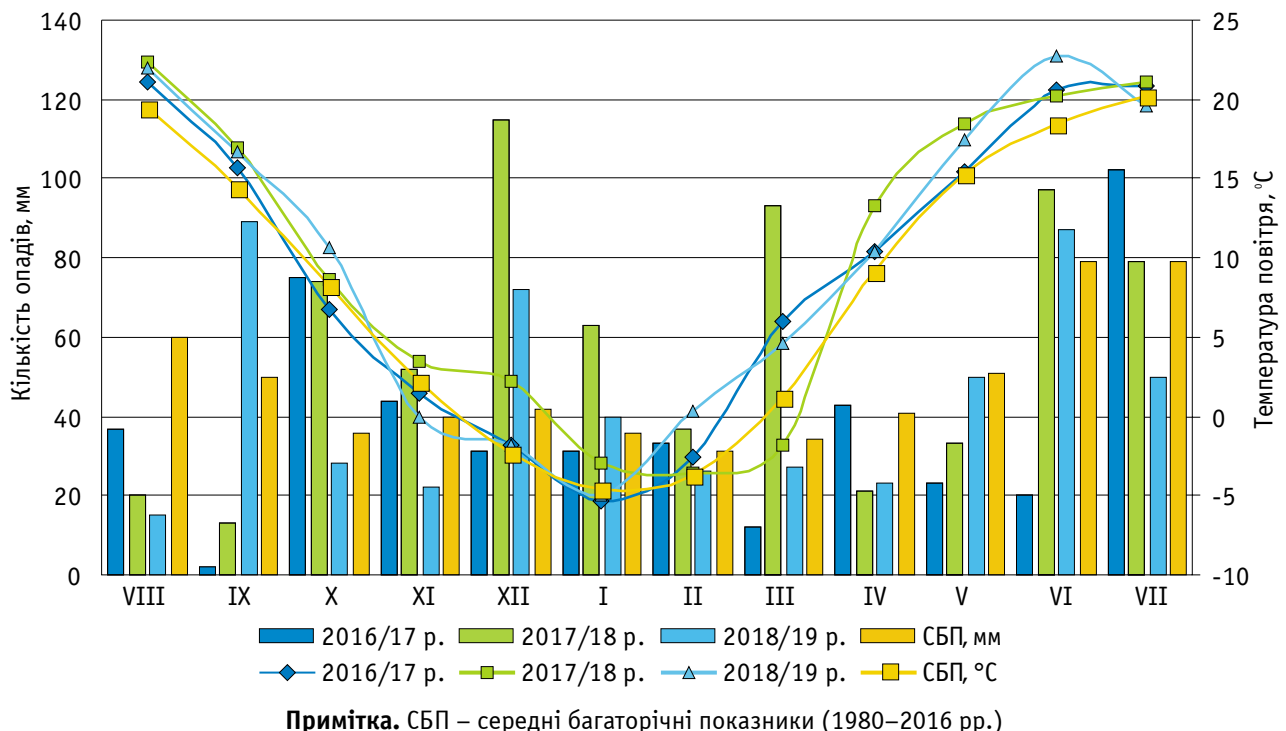
Ґрунтовий покрив полів МПП – чорнозем глибокий (38–42 см), малогумусний, слабковилугований. Уміст гумусу у 20 см шарі ґрунту – 3,6–4,5%, легкодоступного (легкогідролізованого) азоту – 0,06 г, фосфору – 0,25 г і обмінного калію – 0,11–0,18 г на 1 кг ґрунту, рН – 5,3–6,4, сума поглинутих основ – 0,23–0,29 г-екв на 1 кг ґрунту, ступінь насичення основами – 86,2–94,4%.

Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для зони Лісостепу [29]. Сівбу здійснювали селекційною сівалкою СН-10 Ц на глибину 3–4 см з нормою висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Ділянки розміщували за повною рандомізованою схемою в чотирьох повтореннях, з обліковою площею 10 м². Збирали врожай комбайном «Samro-130».

Статистичну обробку отриманих даних проводили за методами описової і варіаційної статистики, а також дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням програм Statistica 8.0 і Excel 2013. GGE biplot аналіз здійснювали за програмою GEA-R. Огляд та особливості цього програмного забезпечення наведено в публікації [30]. Інтерпретацію графічного аналізу проводили відповідно до оригінальних першоджерел [31].

Умови досліджень

Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом з нерівномірним розподілом опадів за місяцями (рис. 1). Середня температура повітря щороку перевищувала середню багаторічну на 1,2–1,7 °С. Найбільше варіювання середньомісячних температур за роками спостерігали переважно з листопада до березня. Загалом до посушливих можна віднести 2016/17 і 2018/19 вегетаційні роки, а більш зволеним був 2017/18 р. Кількість опадів у ці роки становила відповідно 78%, 87 та 120% порівняно до середньобогаторічної кількості. Особливо слід відзначити нестачу опадів у квітні 2017/18 і 2018/19 рр. (відповідно на 22 та 18 мм менше багаторічних показників), а також у травні 2016/17 і 2017/18 рр. (відповідно на 36 і 25 мм).



Примітка. СБП – середні багаторічні показники (1980–2016 рр.)
Рис. 1. Середньомісячні значення гідротермічного режиму за період проведення досліджень (2016/17–2018/19 рр.)

Результати досліджень

Виявлено значне варіювання рівня врожайності пшениці озимої залежно від умов років

досліджень (рис. 2). Найнижчий рівень урожайності отримано у 2016/17 р. – 2,78 т/га в середньому для всіх варіантів та сортів. Максимальною була врожайність у 2018/19 р. –

6,38 т/га. У 2017/18 р. рівень урожайності становив 5,78 т/га. Найбільшу варіабельність урожайності відзначено у 2017/18 р. (від 5,09 до 6,65 т/га), найменшу – у 2016/17 р. (від 2,49 до 3,05 т/га).

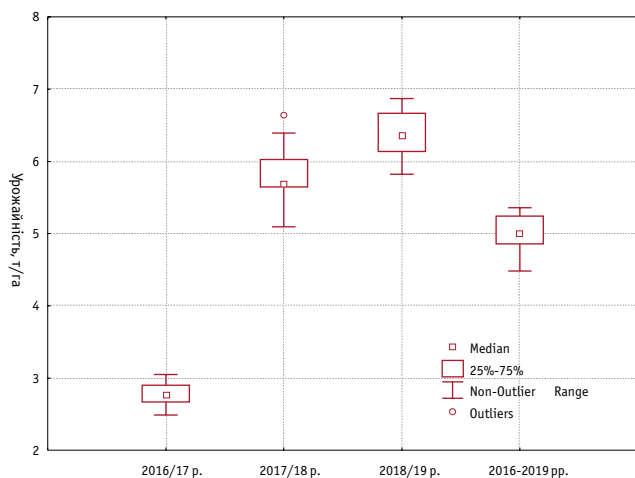


Рис. 2. Варіювання врожайності генотипів пшениці озимої залежно від умов року (середнє за строками сівби та попередниками), т/га

У 2016/17 р. 81% сортів за врожайністю знаходився на рівні сорту-стандарту ‘Подольянка’. У вегетаційному 2017/18 р. 25% досліджених генотипів достовірно переважали стандарт і 56% – були на рівні ‘Подольянки’, у 2018/19 р. – 44 та 38% відповідно. Визначальний вплив умов року вирощування (66,2%) на формування врожайності зерна сортів пшениці м’якої озимої підтверджено дисперсійним аналізом (табл. 2). Однак уне-

сок у загальну дисперсію інших чинників також був відчутним. Зокрема, частка впливу фактора попередник становила 12,5%, строк сівби – 6,1%. Значення генотипу було суттєво нижчим, але достовірним (1,7%). Це можна пояснити тим, що в досліді досліджували ліпші попередньо відібрані генотипи.

Найбільший вплив умов року на формування врожайності відзначено і за аналізу впливу різних чинників у розрізі окремих генотипів (табл. 3). Однак чітко простежується також і різне співвідношення впливу умов року, строку сівби та попередника для різних генотипів. Зокрема, частка умов року варіювала від 60,5 до 73,6%, строку сівби – від 3,2 до 11,4%, попередника – від 8,0 до 18,6%. Загалом можемо зазначити, що попередник дещо менше впливав на врожайність сортів G9 ‘Естафета миронівська’ та G7 ‘Вежа миронівська’ (8,0 та 8,5% відповідно), а найбільше – сортів G14 ‘МІП Дарунок’, G4 ‘МІП Княжна’ та G3 ‘МІП Вишиванка’ (16,7; 16,9 та 18,6% відповідно). Вплив строків сівби виявився меншим для сортів G16 ‘МІП Фортуна’, G3 ‘МІП Вишиванка’ та G5 ‘Трудівниця миронівська’ (3,2; 3,3 та 4,5% відповідно), але суттєвий – у сорту G14 ‘МІП Дарунок’ (11,4%). Частка взаємодії чинників рік*попередник змінювалася в межах від 2,8% у сортів G9 ‘Естафета миронівська’ та G13 ‘МІП Відзнака’ до 8,7% у сорту G4 ‘МІП Княжна’. Взаємодія інших чинників була меншою, але достовірною.

Мінливість урожайності для кожного генотипу в середньому за роки досліджень за-

Таблиця 2
Результати дисперсійного аналізу врожайності сортів пшениці м’якої озимої (2016/17–2018/19 рр.)

Джерело варіації	df	SS	MS	F _{фак.}	F _{теор.}	Частка впливу, %
Загальна	3059	11459,2	–	–	1%	–
Сорт (A)	16	190,2	11,9	210,8	2,01	1,7
Рік (B)	2	7588,8	3794,4	67299,2	4,61	66,2
Строк сівби (C)	2	696,7	348,4	6178,5	4,61	6,1
Попередник (D)	4	1436,1	359,0	6367,8	3,33	12,5
A×B	32	107,2	3,4	59,4	1,68	0,9
A×C	32	42,4	1,3	23,5	1,68	0,4
A×D	64	34,2	0,5	9,5	1,46	0,3
B×C	4	101,2	25,3	448,8	3,33	0,9
B×D	8	407,3	50,9	903,1	2,52	3,6
C×D	8	65,6	8,2	145,3	2,52	0,6
A×B×C	64	79,7	1,2	22,1	1,46	0,7
A×B×D	128	140,6	1,1	19,5	1,32	1,2
B×C×D	16	152,3	9,5	168,9	2,01	1,3
A×C×D	128	95,4	0,7	13,2	1,32	0,8
A×B×C×D	256	192,1	0,8	13,3	1,23	1,7
Невраховані чинники	2295	129,4	0,1	–	–	1,1

Примітка. df – кількість ступенів свободи; SS – сума квадратів; MS – середній квадрат; F_{фак.} – критерій Фішера фактичне значення; F_{теор.} – критерій Фішера теоретичне значення.

Таблиця 3

Частка впливу (%) чинників на врожайність зерна сортів пшениці м'якої озимої (2016/17–2018/19 рр.)

Шифр сорту	B	C	D	B×C	B×D	C×D	B×C×D	Невраховані чинники
G1	68,9	5,7	12,1	1,0	5,8	1,7	3,4	1,4
G2	70,9	5,7	12,8	2,0	2,9	1,3	3,1	1,3
G3	63,6	3,3	18,6	0,3	7,9	1,0	3,9	1,5
G4	63,5	5,2	16,9	0,4	8,7	1,6	2,3	1,5
G5	66,2	4,5	15,6	2,0	4,6	2,7	3,2	1,1
G6	69,6	3,9	13,7	0,4	7,9	0,6	2,6	1,3
G7	68,9	8,8	8,5	3,3	3,1	2,3	4,1	0,9
G8	65,3	8,4	15,0	2,6	4,1	1,3	2,1	1,1
G9	73,6	6,6	8,0	2,4	2,8	1,4	4,2	0,9
G10	73,3	5,1	10,8	1,7	3,9	1,6	2,5	1,0
G11	69,8	6,1	12,5	1,4	5,0	1,2	3,1	1,0
G12	65,6	9,9	11,5	2,0	5,0	0,7	3,9	1,4
G13	71,6	8,9	12,2	1,2	2,8	0,5	2,0	0,8
G14	60,5	11,4	16,7	1,3	6,4	1,1	1,4	1,2
G15	66,0	6,0	15,6	1,9	5,5	0,6	3,2	1,2
G16	69,7	3,2	15,0	0,6	5,4	1,9	3,1	1,2
G17	67,6	7,7	11,1	1,9	4,4	2,5	3,5	1,2

Примітка. Тут і далі G1...G17 – генотипи пшениці озимої відповідно до таблиці 1; B – рік, C – строк сівби, D – попередник; B×C, B×D, C×D, B×C×D – взаємодії джерел варіації.

лежно від строків сівби після кожного попередника була різною (рис. 3). За період досліджень виявили найменше варіювання врожайності зерна [коефіцієнт варіації (CV) < 10%] за строками сівби після попередника сидеральний пар у сортів G3 'МІП Вишиванка', G6 'Балада миронівська', G4 'МІП Княжна', G1 'Подольнка', G2 'МІП Валенсія', G16 'МІП Фортуна' та G9 'Естафета миронівська'; після гірчиці – у G5 'Трудівни-

ця миронівська', G10 'МІП Ассоль', G2 'МІП Валенсія', G17 'МІП Ювілейна', G3 'МІП Вишиванка', G4 'МІП Княжна', G6 'Балада миронівська', G1 'Подольнка', G15 'МІП Лада' та G9 'Естафета миронівська'; після соняшнику – у G16 'МІП Фортуна' та G2 'МІП Валенсія'; після кукурудзи – у G5 'Трудівни-

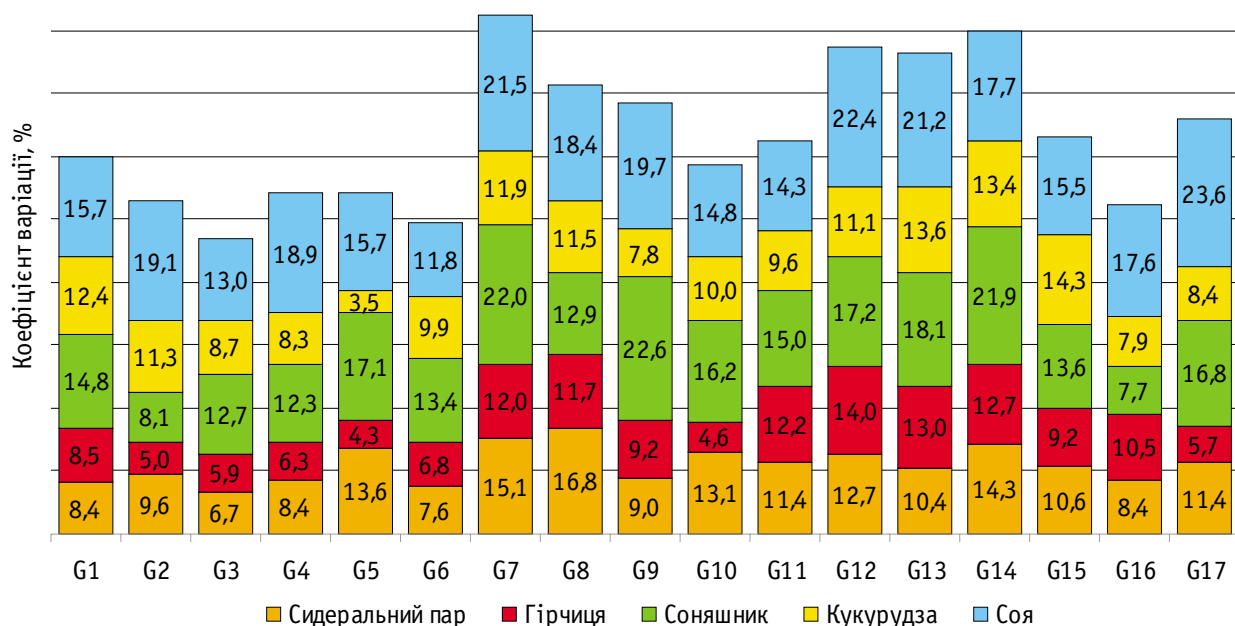


Рис. 3. Коефіцієнт варіації (%) врожайності генотипів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби після різних попередників (2016/17–2018/19 рр.)

Таблиця 4

Урожайність сортів пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби та попередників (2016/17–2018/19 рр.), т/га

Шифр	Сидеральний пар (GM)			Гірчиця (MS)			Соняшник (SF)			Кукурудза (CR)			Соя (SB)			X				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		x ¹	x ¹		
	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹	x ¹		x ¹	x ¹		
G1	6,45	6,28	5,50	5,37	5,33	4,60	5,10	5,30	4,16	4,12	4,53	4,43	4,82	3,76	4,34	5,34	4,93	3,90	4,72	4,95
G2	7,15	6,44	5,91	5,46	5,27	4,95	5,23	5,06	4,75	4,31	4,71	5,13	4,69	4,09	4,64	5,91	5,55	4,05	5,17	5,25
G3	6,60	5,89	5,89	4,97	4,76	4,42	4,72	4,95	4,52	3,83	4,44	3,96	4,25	3,57	3,93	4,84	4,24	3,73	4,27	4,70
G4	6,36	5,72	5,39	5,04	4,81	4,45	4,77	4,81	4,30	3,76	4,29	3,95	4,31	3,64	3,97	4,93	4,17	3,36	4,15	4,60
G5	6,85	7,52	5,72	5,69	5,27	5,31	5,42	5,49	4,74	3,88	4,71	4,69	4,53	4,37	4,53	5,49	5,08	4,02	4,86	5,24
G6	6,82	6,27	5,86	5,05	4,90	4,43	4,79	5,07	4,98	3,94	4,66	4,43	4,67	3,84	4,32	5,21	4,63	4,12	4,65	4,95
G7	7,16	6,13	5,29	5,30	5,79	4,55	5,21	5,85	4,40	3,84	4,70	4,76	4,74	3,84	4,45	5,54	5,30	3,63	4,82	5,07
G8	6,80	6,81	5,00	5,33	5,46	4,38	5,06	4,84	4,26	3,73	4,28	4,33	4,53	3,62	4,16	5,25	4,88	3,64	4,59	4,86
G9	6,76	6,69	5,74	5,62	5,72	4,82	5,38	5,89	4,86	3,71	4,82	4,99	4,77	4,28	4,68	5,76	5,40	3,89	5,02	5,27
G10	6,45	7,36	5,66	5,60	5,66	5,20	5,49	5,48	4,79	3,95	4,74	4,84	4,90	4,07	4,61	5,61	5,34	4,20	5,05	5,27
G11	6,36	7,07	5,62	5,23	5,58	4,38	5,06	5,07	4,56	3,74	4,46	4,87	4,74	4,06	4,55	5,53	5,00	4,14	4,89	5,06
G12	6,25	5,61	4,84	5,15	4,84	3,90	4,63	4,44	4,21	3,16	3,94	4,36	3,99	3,49	3,94	5,21	4,49	3,29	4,33	4,48
G13	7,38	7,00	6,01	6,03	5,42	4,64	5,37	5,60	4,75	3,89	4,75	5,39	4,80	4,10	4,76	5,99	5,46	3,91	5,12	5,36
G14	6,81	7,04	5,35	5,57	5,37	4,36	5,10	5,25	4,29	3,37	4,30	4,97	4,52	3,79	4,43	5,50	4,89	3,84	4,74	4,99
G15	6,54	6,38	5,35	4,92	4,89	4,17	4,66	4,80	4,10	3,67	4,19	4,37	4,40	3,38	4,05	4,75	4,88	3,64	4,42	4,68
G16	6,84	6,29	5,78	5,52	5,07	4,47	5,02	4,39	4,74	4,07	4,40	4,22	4,62	3,95	4,26	5,39	4,12	3,95	4,49	4,89
G17	6,43	6,65	5,34	5,38	5,32	4,84	5,18	5,58	4,74	3,98	4,77	4,39	4,64	3,92	4,32	5,44	5,44	3,48	4,79	5,04
x ²	6,71	6,54	5,54	5,37	5,26	4,58	5,07	5,17	4,54	3,82	4,51	4,59	4,58	3,87	4,35	5,39	4,93	3,81	4,71	4,98
HP _{0,05}	0,33	0,32	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	0,35	0,35	0,32	0,34	0,34	0,35	0,33	0,34	0,32	0,34	0,34	0,33	0,33

Примітка. I, II, III – строки сівби; x¹ – середнє за строками сівби; x² – середнє за генотипами; X – середнє за всіма варіантами дослідів.

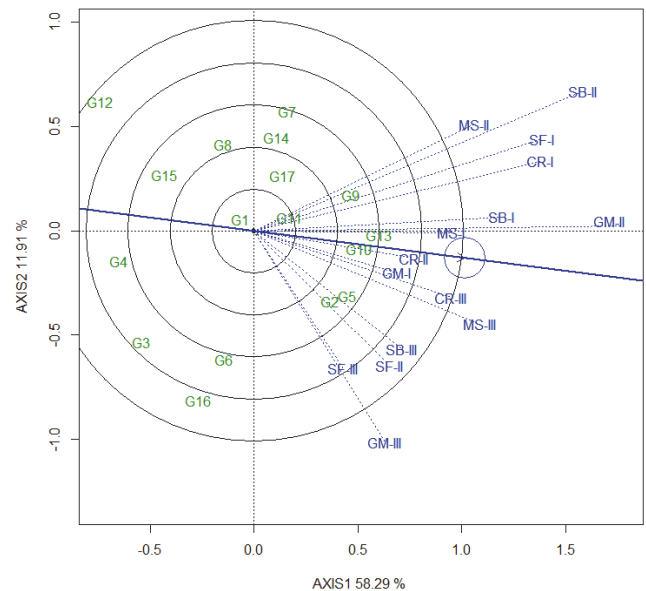
шиванка', G11 'МІП Дніпрянка' та G6 'Балада миронівська'.

Середнє значення врожайності для всіх генотипів і строків сівби за 2016/17–2018/19 рр. було максимальним (6,26 т/га) після попередника сидеральний пар, найменше (4,35 т/га) – після кукурудзи (табл. 4). Установлено загальну тенденцію зменшення середньої врожайності в досліді зі зміщенням строку сівби від 26 вересня до 16 жовтня. Дослідниками України та за її межами були отримані подібні результати [21, 32, 33].

Однак, для низки генотипів після певних попередників оптимальним був другий строк сівби. Зокрема, у середньому за роки досліджень істотно вищу врожайність за сівби 5 жовтня після попередника сидеральний пар формували сорти G5 'Трунівниця миронівська' (7,52 т/га), G10 'МІП Ассоль' (7,36 т/га) та G11 'МІП Дніпрянка' (7,07 т/га), після гірчиці – G7 'Вежа миронівська' (5,79 т/га), після соняшнику – G16 'МІП Фортуна' (4,74 т/га), після кукурудзи – G1 'Подільянка' (4,82 т/га) та G16 'МІП Фортуна' (4,62 т/га).

У середньому за всіма варіантами досліді 2016/17–2018/19 рр. сорт G13 'МІП Відзнака' (5,36 т/га) достовірно переважав стандарт G1 'Подільянка' (4,95 т/га). Сорти G2 'МІП Валентія', G5 'Трунівниця миронівська', G7 'Вежа миронівська', G9 'Естафета миронівська', G10 'МІП Ассоль', G11 'МІП Дніпрянка', G13 'МІП Відзнака', G14 'МІП Дарунок' та G17 'МІП Ювілейна' мали перевищення над стандартом, але в межах похибки. Водночас поряд із середнім рівнем урожайності надзвичайно важливою є стабільність генотипу в розрізі зміни умов вирощування. З цього з використанням GGE biplot проаналізували середні за три роки значення врожайності для генотипів пшениці озимої залежно від строку сівби і попередника. GGE biplot побудовано у просторі значень двох перших головних компонентів для генотипів та середовищ на основі сингулярного розподілу матриці і середовищно центрованих генотип-середовищних даних [34]. У нашому випадку перші дві головні компоненти GGE biplot (Axis 1, Axis 2) пояснюють 70,2% взаємодії генотип–середовище (рис. 4). Лінія, що перетинає основу biplot, є середньою віссю середовищ. Середнє значення середовищ помічено на ній стрілкою в колі. Пунктирні лінії, що виходять з основи GGE biplot, – вектори окремих середовищ. Кут між векторами та середньою віссю середовищ вказує на їхню репрезентативність. Менший кут свідчить про вищу репрезентативність і навпаки. Найбільш репрезентативним було

середовище CR–II, найменш – MS–II і GM–III. Кут між векторами окремих середовищ вказує на їхню подібність (або відмінність). Найбільш віддаленими між собою були середовища MS–II та GM–III, а близькими – SF–III і GM–III. Чим довшим є вектор, тим середовище має вищу диференціовальну здатність. Найвищою вона була в середовищах SB–II і GM–II, найменшою – у GM–I і CR–II. Ранжирування середовищ відносно гіпотетичного «ідеального середовища», яке повинно розташовуватись у центрі центричних кіл, вказує на максимальну наближеність до нього середовища GM–II, тобто за сівби 5 жовтня після попередника сидеральний пар (рис. 5). Таким чином, це середовище оптимально поєднувало високу диференціовальну здатність та репрезентативність.



Примітка. Тут і на рисунках 5–8: GM–I, GM–II, GM–III – перший, другий, третій строки сівби після сидерального пару; MS–I, MS–II, MS–III – перший, другий, третій строки сівби після гірчиці; SB–I, SB–II, SB–III – перший, другий, третій строки сівби після сої; SF–I, SF–II, SF–III – перший, другий, третій строки сівби після соняшнику; CR–I, CR–II, CR–III – перший, другий, третій строки сівби після кукурудзи.

Рис. 4. GGE biplot за диференціовальною здатністю та репрезентативністю середовищ (2016/17–2018/19 рр.)

GGE biplot «хто-де-переміг» є ефективним для візуалізації взаємодії між генотипами, середовищами та проведення мегасередовищного аналізу [34]. Полігональна фігура утворена сполученням генотипів, які найбільш віддалені від основи biplot. Решта генотипів розташовано всередині полігону. Низка ліній, що виходять з основи biplot, розділяють фігуру на декілька секторів. Сек-

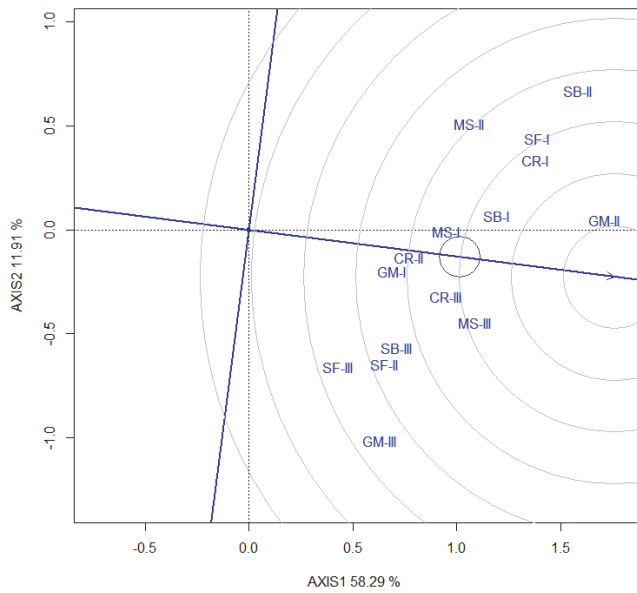


Рис. 5. GGE biplot ранжирування середовищ відносно «ідеального середовища» (2016/17–2018/19 рр.)

тори на вершинах полігону містять геноти-пи, які мають перевагу в певному середовищі або групі середовищ (мегасередовищі), розташованих у цьому секторі.

Якщо всі середовища потрапили до одного сектора, це вказує на те, що в них перевагу мав певний генотип. Якщо середовища розташовані в різних секторах, то перевагу мали різні геноти-пи. Якщо до сектора потрапили тільки геноти-пи, це свідчить, що вони не мали переваг у жодному із середовищ.

У наших дослідженнях більшість середовищ, за винятком GM-III, SF-III, SF-II, SB-III, сформували одне мегасередовище (рис. 6).

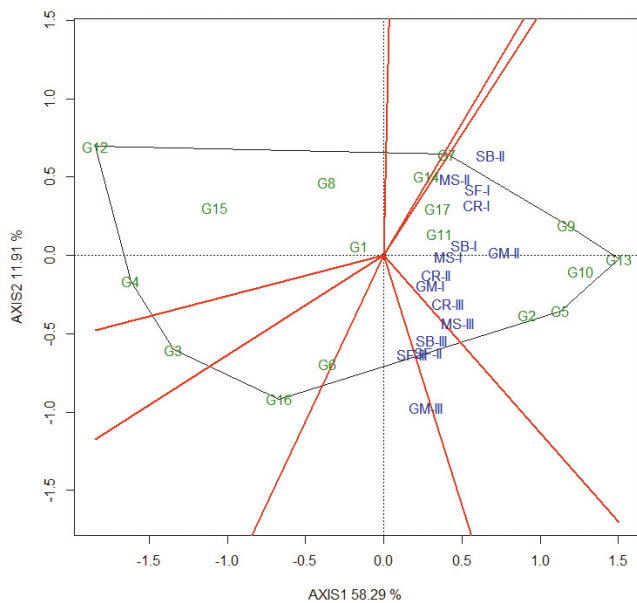


Рис. 6. GGE biplot «хто-де-переміг» (2016/17–2018/19 рр.)

На лінії, що відділяє цей сектор, також знаходилися середовища MS-III і CR-III. Таким чином, виявлені особливості підтверджують, що, практично незалежно від попередників, гіршими були умови III строку сівби. Однак для сівби після соняшнику це стосується і другого строку (SF-II).

У сформованому мегасередовищі переважали геноти-пи G13 'МІП Відзнака' і G5 'Трудівниця миронівська'. На лінії полігону розташувались G2 'МІП Валенсія' і G9 'Естафета миронівська'. Сектор містить також геноти-пи G10 'МІП Ассоль', G11 'МІП Дніпрянка' і G17 'МІП Ювілейна'. Практично на межі сектору розташовано G14 'МІП Дарунок' та G7 'Вежа миронівська'. Решта досліджуваних генотипів і стандарт G1 розташувались у секторах без середовищ.

На рисунку 7 наведено середньосередовищну координацію генотипів за врожайністю та стабільністю. На середній для середовищ абсцисі стрілкою в колі показано ранжирування генотипів за врожайністю, але не в т/га, а в значеннях головних компонент. У вертикальній площині абсцису перетинає середня ордината. Місце їх перетину репрезентує середню врожайність за всіма середовищами. Зміщення генотипів від ординати, що позначено пунктирами, вказує на варіабельність їхньої врожайності відносно розрахункового рівня. Чим більш віддаленими є геноти-пи, тим сильніше вони варіюють. Кращими за врожайністю були геноти-пи (у порядку спадання): G13 'Вежа миронівська', G10 'МІП Ассоль',

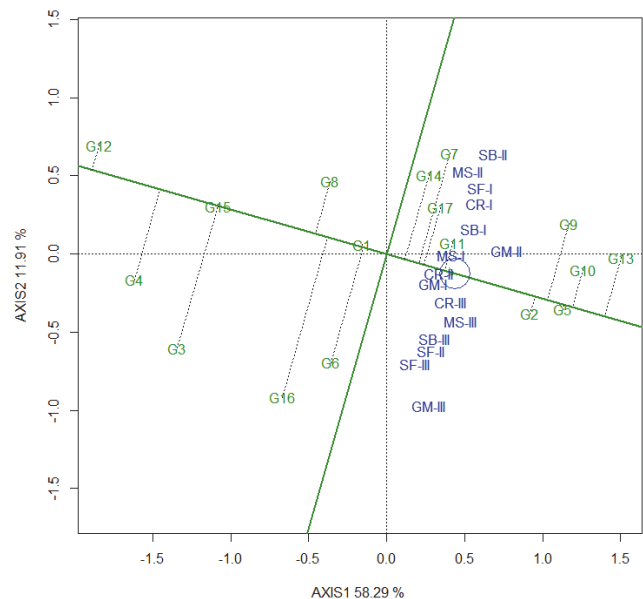


Рис. 7. GGE biplot координація генотипів пшениці м'якої озимої за врожайністю та стабільністю (2016/17–2018/19 рр.)

- latitude spring bread wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*. 2010. Vol. 171, Iss. 1. P. 23–38. doi: 10.1007/s10681-009-9984-6
6. Bonfila D. J., Karnielib A., Razb M. et al. Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. *Field Crop. Res.* 2004. Vol. 89, Iss. 1. P. 153–163. doi: 10.1016/j.fcr.2004.01.017
 7. 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. Technol.* 2018. Vol. 6, Iss. 2. P. 356–341. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
 8. 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
 9. Morgounov A., Abugaliev A., Martynov S. Effect of climate change and variety on long-term variation of grain yield and quality in winter wheat in Kazakhstan. *Cereal Res. Commun.* 2014. Vol. 42, Iss. 1. P. 163–172. doi: 10.1556/CRC.2013.0047
 10. Kulig B., Lepiarczyk A., Andrzej O., Kołodziejczyk M. The effect of tillage system and forecrop on the yield and values of LAI and SPAD indices of spring wheat. *Eur. J. Agron.* 2010. Vol. 33, Iss. 1. P. 43–51. doi: 10.1016/j.eja.2010.02.005
 11. 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.
 12. 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. No. 271. P. 33–45. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.02.025
 13. Рослинництво України 2019. Статистичний збірник / за ред. О. Прокопенка. Київ : Державна служба статистики України, 2020. 183 с.
 14. 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. 04, Iss. 05. P. 1993–2002. doi: 10.21276/ijlssr.2018.4.5.6
 15. Гаврилюк М. М., Каленич П. Є. Реакція нових сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) на вплив екологічних чинників в умовах Південного Лісостепу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2017. Т. 13, № 2. С. 111–118. doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105388
 16. Уліч О. Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. *Plant Var. Stud. Prot.* 2014. № 4. С. 58–62. doi: 10.21498/2518-1017.4(25).2014.55899
 17. Гудзенко В. Н. Статистическая и графическая (*GGE biplot*) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. Т. 23, № 1. С. 110–118. doi: 10.18699/VJ19.469
 18. 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/efja.v27i2.19279
 19. Ergashev N. Yu., Khalikov V. 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
 20. Шакалій С. М., Баган А. В., Барат Ю. М. Вплив строків сівби на урожайність і якість зерна пшениці озимої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 1. doi: 10.31548/dopovid2020.01.007
 21. 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
 22. Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Оганян Л. Р. и др. Влияние различных агротехнических приемов на урожай и качество зерна новых сортов озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ. *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 10. С. 23–31. doi: 10.32417/article_5db430aaa70e02.61022516
 23. Дергачов О. Л. Строки сівби сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах зміни клімату. *Plant Var. Stud. Prot.* 2010. № 1. С. 33–37. doi: 10.21498/2518-1017.1(11).2010.59376
 24. Sasaní 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
 25. 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
 26. Saleem M., Qureshi T. M., Yasin Ashraf M. et al. Delayed planting and genotype affect grain protein and yield of wheat. *Int. J. Biol. Biotechnol.* 2015. Vol. 12, Iss. 1. P. 85–89.
 27. Жемела Г. П., Шакалій С. М. Вплив попередників на врожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник ПДАА*. 2012. № 3. С. 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03
 28. Jaskulska I., Jaskulski D., Kotwica K. et al. Effect of tillage simplifications on yield and grain quality of winter wheat after different previous crops. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. 2013. Vol. 12, Iss. 3. P. 37–44.
 29. Технологія виробництва насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Київ : Компрінт, 2016. 92 с.
 30. Frutos E., Galindo M. P., Leiva V. An interactive biplot implementation in R for modeling genotype-by-environment interaction. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 2014. Vol. 28, No. 7. P. 1629–1641. doi: 10.1007/s00477-013-0821-z
 31. Yan W., Hunt L. A., Sheng Q., Szlavnicz Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Sci.* 2000. Vol. 40, No. 3. P. 597–605. doi: 10.2135/cropsci2000.403597x
 32. Wajid A., Hussain A., Ahmad A. et al. Effect of sowing date and plant population on biomass, grain yield and yield components of wheat. *Int. J. Agricul. Biol.* 2004. Vol. 6, Iss. 6. P. 1003–1005.
 33. 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
 34. Yan W., Kang M. S., Ma. B. et al. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Sci.* 2007. Vol. 47, No. 2. P. 643–655. doi: 10.2135/cropsci2006.06.0374

References

1. Pena, R. J. (2005). Current and future trends of wheat quality needs. In *Wheat production in stressed environments: Proc. of the 7th Int. Wheat Conf.* (pp. 411–424). Nov. 27 – Dec. 2, 2005, Mar del Plata, Argentina. doi: 10.1007/1-4020-5497-1_51
2. Denčić, S., Mladenov, N., & Kobiljski, B. (2011). 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. Zhemela, H. P., & Kurochka, A. O. (2012). Influence of precursors on elements of yield structure and grain quality of winter wheat depending on varietal properties. *Visnik PDAA* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 1, 33–36. [in Ukrainian]
4. de Andrade, R. A., Riede, C. R., Dos Santos, S. M. B., Destro, D., & Batista, I. C. (2001). Selection for grain yield and quality in segregating generations of wheat. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 44(2), 173–178. doi: 10.1590/S1516-89132001000200010
5. Gomez-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 bread wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*, 171(1), 23–38. doi: 10.1007/s10681-009-9984-6

6. Bonfila, D. J., Karnielib, A., Razb, M., Mufradia, I., Asidoa, S., Egozic, H., ... Schmilovitch, Z. (2004). Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. *Field Crop. Res.*, 89(1), 153–163. doi: 10.1016/j.fcr.2004.01.017
7. 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), 356–341. doi: 10.4172/2329-8863.1000356
8. 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
9. Morgounov, A., Abugaliev, A., & Martynov, S. (2014). Effect of climate change and variety on long-term variation of grain yield and quality in winter wheat in Kazakhstan. *Cereal Res. Commun.*, 42(1), 163–172. doi: 10.1556/CRC.2013.0047
10. Kulig, B., Lepiarczyk, A., Andrzej, O., & Kołodziejczyka, M. (2010). The effect of tillage system and forecrop on the yield and values of LAI and SPAD indices of spring wheat. *Eur. J. Agron.*, 33(1), 43–51. doi: 10.1016/j.eja.2010.02.005
11. 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.
12. 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
13. Prokopenko, O. (Ed). (2020). Crop production of Ukraine 2019. *Statystychnyy zbirnyk* [Statistical yearbook]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [in Ukrainian]
14. 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.*, 04(05), 1993–2002. doi: 10.21276/ijlssr.2018.4.5.6
15. Havryliuk, M. M., & Kalenych, P. Ye. (2017). Response of new varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to the impact of environmental factors under the conditions of the Southern Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant Var. Stud. Prot.*, 13(2), 111–118. doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105388. [in Ukrainian]
16. Ulich, O. L. (2014). Effect of sowing time on the realization of productivity potential of modern varieties of soft winter wheat in the context of climate change. *Plant Var. Stud. Prot.*, 4, 58–62. doi: 10.21498/2518-1017.4(25).2014.55899. [in Ukrainian]
17. Gudzenko, V. N. (2019). Statistical and graphical (GGE biplot) evaluation of the adaptive ability and stability of winter barley breeding lines. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii* [Vavilov J. Gen. Breed.], 23(1), 110–118. doi: 10.18699/VJ19.469. [in Russian]
18. 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
19. 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
20. Shakaliy, S. N., Bahan, A. V., & Barat, Yu. M. (2020). The effect of sowing period on yield of yield and quality of winter wheat. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukraini* [Scientific reports NULES of Ukraine], 1. doi: 10.31548/dopovidi2020.01.007. [in Ukrainian]
21. Demydov, O. A., Vologdina, G. B., Zamlila, N. P., & Koliuchyi, V. T. (2016). Productivity of winter wheat depending on growing conditions, *Mironivskij visnik* [Myronivka Bulletin], 2, 226–240. doi: 10.21498/2518-7910.0.2016.119576. [in Ukrainian]
22. Shestakova, E. O., Eroshenko, F. V., Oganyan, L. R., Storchak, I. G., & Bildieva, E. A. (2019). Influence of different agronomic practices on yield and quality of grains of new winter wheat varieties of breeding of North Caucasian federal scientific agricultural center. *Agrar. Vestn. Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 10, 23–31. doi: 10.32417/article_5db430aa70e02.61022516. [in Russian]
23. Dergachov, O. L. (2010). Sowing terms of winter bread wheat variety-innovations (*Triticum aestivum* L.) in the conditions of change of climate. *Plant Var. Stud. Prot.*, 1, 33–37. doi: 10.21498/2518-1017.1(11).2010.59376. [in Ukrainian]
24. 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
25. 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
26. Saleem, M., Qureshi, T. M., Yasin Ashraf, M., Mahmood-ul-Hasan, Anwar-ul-Haq, & Mahmood K. (2015). Delayed planting and genotype affect grain protein and yield of wheat. *Int. J. Biol. Biotechnol.*, 12(1), 85–89.
27. Zhemela, H. P., & Shakaliy, S. M. (2012). Influence of precursors on grain yield and quality of soft winter wheat. *Visnik PDAA* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 3, 20–22. doi: 10.31210/visnyk2012.03.03. [in Ukrainian]
28. Jaskulska, I., Jaskulski, D., Kotwica, K., Wasilewski, P., & Gałęzewski, L. (2013). Effect of tillage simplifications on yield and grain quality of winter wheat after different previous crops. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 12(3), 37–44.
29. Siroshthan, A. A., & Kavunets, V. P. (Eds.). (2016). *Tekhnologiya vyrobnytstva nasinnia pshenytsi ozymoi* [Technology of production of winter wheat seeds]. Kyiv: Kompyrint. [in Ukrainian]
30. Frutos, E., Galindo, M. P., & Leiva, V. (2014). An interactive biplot implementation in R for modeling genotype-by-environment interaction. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.*, 28(7), 1629–1641. doi: 10.1007/s00477-013-0821-z
31. Yan, W., Hunt, L. A., Sheng, Q., & Szlavncics, Z. (2000). Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. *Crop Sci.*, 40(3), 597–605. doi: 10.2135/cropsci2000.403597x
32. Wajid, A., Hussain, A., Ahmad, A., Goheer, A. R., Ibrahim, M., & Mussaddique, M. (2004). Effect of sowing date and plant population on biomass, grain yield and yield components of wheat. *Int. J. Agric. Biol.*, 6(6), 1003–1005.
33. 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
34. Yan, W., Kang, M. S., Ma, B., Woods, S., & Cornelius, P. L. (2007). GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Sci.*, 47(2), 643–655. doi: 10.2135/cropsci2006.06.0374

UDC 633.111.1: 631.559

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 Varieties Studying and Protection*, 16(3), 291–302. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923>

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

Purpose. To determine the effectiveness of using contrasting sowing dates after different predecessors to assess the genotypes of bread winter wheat in terms of yield and stability. **Methods.** Field, laboratory, mathematical statistics. **Results.** A different, but reliable level of influence on the yield of bread winter wheat genotypes of such factors as conditions of the year of cultivation (66.2%), predecessors (12.5%), sowing date (6.1%) and genotype (1.7%) was revealed. Significant differences were noted in the response of the studied genotypes to the sowing date after different predecessors. Relatively less influence of the predecessors on the yield of the varieties 'Estafeta Myronivska' and 'Vezha Myronivska' was revealed, more – for the varieties 'MIP Darunok', 'MIP Kniazhna' and 'MIP Vyshyvanka'. The sowing dates had less influence on the yield of the varieties 'MIP Fortuna', 'MIP Vyshyvanka' and 'Trudivnytsia Myronivska'. A general tendency for decrease in the average annual yield was established in the experiment with a shift in the sowing dates from September 26 to October 16. However, for the number of genotypes after certain predecessors, the optimal sowing date was the 5th of October: after the predecessor, green-manure fallow – for varieties 'Trudivnytsia myronivska', 'MIP Assol' and 'MIP Dniprianka', after mustard – 'Vezha Myronivska', after sunflower – 'MIP Fortuna', after

corn – 'MIP Fortuna' and 'Podolianka'. In terms of sowing dates, the least variation in yield was found after the predecessors green manure, mustard and corn varieties 'MIP Vyshyvanka', 'Balada Myronivska', 'MIP Kniazhna', 'Estafeta Myronivska'. Using the GGE biplot, it was found that close to the 'ideal environment' for the realization of the yield level of most genotypes was the second sowing date after green-manure fallow predecessor. For different sowing dates and predecessors, on average for three years, the optimal combination of the level of yield and stability was noted for the varieties 'Trudivnytsia Myronivska', 'MIP Vidznaka', 'MIP Assol', 'Estafeta Myronivska', 'MIP Valensiia'. **Conclusions.** Thus, the use of different sowing dates after various predecessors is an effective approach to organization of genotype-environmental tests. It makes it possible to identify the genotypes which are specifically adapted to certain conditions (predecessors and sowing dates) and genotypes with a relatively high level of stability when sowing after various predecessors and on different dates. This approach can be used both at the final stage of breeding to differentiate breeding lines for yield and stability, and in the development of basic elements of technology for growing newly created varieties.

Keywords: bread winter wheat; yield; stability; year of cultivation; coefficient of variation; ANOVA; GGE biplot.

Надійшла 20.08.2020

Погоджено до друку 11.09.2020