CHAPTER «AGRICULTURAL SCIENCES»

SELECTION OF GRAINS IN CONDITIONS OF UNSTABLE HUMIDIFICATION OF THE NORTH-EASTERN STEPPE OF UKRAINE

СЕЛЕКЦІЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Olga Bondareva[1]
Vladimir Vashchenko[2]

DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-049-0-37

Abstract. The purpose of the research is to develop a system of methods for assessing the adaptability of the selection material of spring barley and winter wheat, to create varieties with a high yield potential in conditions of unstable moisture. During 2016–2020, the Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Sciences of Ukraine conducted research in the direction of creating high-yielding varieties of soft winter wheat and spring barley, adapted to the conditions of the northeastern region of Ukraine. The research was carried out according to the method of field work by B. A. Dospekhov and the method of state variety testing of agricultural crops. Research methods: general scientific, field, laboratory, statistical. Based on the analysis of the biological potential of the productivity elements of spring barley, the parameters of the promising variety were determined. A method for assessing the adaptability of spring barley breeding material when grown in conditions of unstable moisture has been developed. The highest yield was formed by the varieties Stalyy, Bravyy and Repriz – 3,74 t/ha, 3,78 t/ha and 3,74 t/ha, respectively (standard

[1] Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Scientific Secretary,
Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine
[2] Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Senior Researcher,
Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine

© Olga Bondareva, Vladimir Vashchenko

variety Stalker – 3,12 t/ha). To obtain highly productive genotypes of winter wheat in drought-resistant conditions of the Donetsk region, the selection of forms was carried out, the selection of forms was carried out on the basis of early earing According to the results of competitive variety testing of winter wheat, the best hybrid combinations were gk784/1 x Povaha and gk94 / 117 x Dosvid, which formed the grain yield 7,52 and 7,77 t/ha, that is, they exceeded the standard Donetskaya 48 (6,78 t/ha) by 0,74 and 0,99 t/ha. Two samples were identified according to the indicator of early maturity gk491 (gk704 / 1 x Povaha) and gk598 (Lan25 x gk789/1), which vikoloshuyut 2-4 days earlier than the standard Donetskaya 48 and during three years of study stably showed this sign.

1. Вступ

Сорт, як засіб виробництва, повинен поєднувати в генотипі максимальну кількість ознак і властивостей, що сприяють отриманню високого рівня врожайності відповідної якості. Реалізувати потенціал сорту можливо при його адаптивності до конкретних умов. Це підтверджують екологічні генетики [1], селекціонери [2; 3], технологи [4].

Особливої уваги набуває підбір сортів для конкретних екологічних зон з високим генетичним потенціалом продуктивності, посухостійкості, жаростійкості, скоростиглості, стійкості до хвороб, шкідників. Висновки багатьох дослідників свідчать, що селекція в лімітуючих або в стабілізуючих умовах середовища [5] повинна цілеспрямовано комбінувати і добирати в генотипі ті алелі, які забезпечують урожайність в певних умовах [6].

В Україні, за прогнозами вчених [7–9], на фоні глобального підвищення температури не прогнозується значного зменшення сумарної річної кількості опадів, проте можливим є посилення контрастності між окремими зонами, роками та періодами року за кліматичними умовами.

При вивченні адоптивності сортів пшениці озимої визначено, що в умовах північно-східного Степу [10; 11], де часто суворі, безсніжні зими і посушливі весна і літо, мають перевагу сорти місцевої селекції. В роки з екстремальними умовами вони більш стійкі до дії морозів, посухи, менше знижують урожайність і якість зерна. Посухо- і жаростійкість є провідними властивостями адаптованих для цих умов генотипів.

На кожному етапі росту і розвитку рослин запускаються різні механізми у певній послідовності залежно від конкретних метеорологічних факторів [12; 13]. Тому посухостійкість не можна визначити одноразово на якомусь певному етапі розвитку рослин. Це ускладнює процеси вивчення, оцінки і добору генотипів.

Важливою ознакою сортів пшениці озимої степового екотипу є скоростиглість, яка є еволюційно сформованою і забезпечує низку переваг: на 5-8 діб починають використовувати ґрунтову вологу, накопичену в осінньо-зимовий період, уникають дії суховіїв, які частіше реєструються наприкінці вегетації, менше уражуються хворобами, шкідниками [14].

Серед механізмів посухостійкості провідна роль належить системі водозабезпечення рослин, яка в основному пов'язана з морфофізіологічними параметрами кореневої системи. Незважаючи на значні успіхи в селекції на посухостійкість за умов екстремальної посухи, тільки окремі сорти виявляють здатність формувати оптимальну урожайність. Тому, через посилення посушливих умов клімату, перед селекціонерами стоять складні завдання подальшого підвищення посухостійкості сортів за всіма ознаками і властивостями [15; 16].

Потреба в удосконаленні методичних аспектів оцінки, добору на стійкість до стресових чинників довкілля, пошук системного підходу до реалізації потенціалу продуктивності зернових культур визначають актуальність досліджень.

Мета досліджень – розробка системи методів оцінки адаптивності селекційного матеріалу ячменю ярого та пшениці озимої, створення сортів з високим потенціалом урожайності в умовах нестійкого зволоження.

Впродовж 2016–2020 років Донецькою державною сільськогосподарською дослідною станцією НААН України (далі ДДСДС НААН) проводились дослідження за напрямком створення високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої та ячменю ярого, адаптованих до умов північно-східного регіону України.

Досліди проводились в сівозміні ДДСДС НААН, що розташована на території ДП ДГ «Забойщик» ДДСДС НААН Великоновоселківського району Донецької області. Попередник – чорний пар. Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Обробіток пару зви-

чайний. Внесено оптимальні дози мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{30}$ кг/га під передпосівну культивацію. Агротехніка – загально прийнята для зони Степу України.

Дослідження проводились згідно методики польової справи Б. О. Доспєхова та методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур.

Методи дослідження: загальнонаукові – аналіз і узагальнення наукових положень, польові – гібридизація, оцінка селекційного матеріалу, який створюється; лабораторні – визначення структурних елементів урожайності сортів і отриманих гібридних популяцій; статистичні.

Методика виконання робіт в селекційних розсадниках і первинному насінництві відповідає потребам державного сортовипробування.

Основний метод селекції – гібридизація кращих вітчизняних і закордонних сортів та сортів Донецької ДСД станції з наступним цілеспрямованим добором за показниками продуктивності колосу у початкових ланках (F2–F6).

Донецька область за кліматичними умовами належить до зони ризикованого нестійкого землеробства, клімат області континентальний з посушливими явищами. Більшість території характеризується високим рівнем теплозабезпечення і недостатнім зволоженням. Недобір опадів, як правило, супроводжується значним перевищенням середньодобових температур повітря до багаторічних в критичні періоди розвитку сільськогосподарських культур. В період активної вегетації сільськогосподарських культур кількість опадів складає 290-320 мм, сума активних температур повітря – 3000-3200°С, гідротермічний коефіцієнт – 0,9. Посушливі роки мають дефіцит вологи в 2 рази більший проти багаторічного показника. Посушливість обумовлена не стільки загальною кількістю опадів, скільки нерівномірним розподілом, особливо в період формування і наливу зерна.

2. Селекція ячменю ярого з комплексною стійкістю до стресових факторів середовища

З метою збагачення генетичної різноманітності форм розщеплення в якості головної форми схрещувань залучаються сорти інтенсивного типу іншорайонного географічного походження, що обираються зазда-

легідь за показниками феногенетичного прояву продуктивності колосу, адаптивними якостями, подовженістю періоду сходи-колосіння в грунтово-кліматичних умовах дослідного поля Донецької ДСД станції. При оцінюванні адаптивних характеристик цих сортів визначаються: стабільність їх урожайності по роках, ценотичний склад діляночних посівів за рангом індивідуальної продуктивності рослин, показники середньої для сорту продуктивної кущистості рослин та вирівняність головного пагона і продуктивних пагонів кущення, спроможність відтворити оптимальну щільність продуктивного стеблостою на одиницю поверхні посіву за посушливих умов вирощування (близько 600 шт. продуктивних пагонів на 1 м²).

В якості материнської форми схрещувань використовуються сорти, що відзначились підвищеною в порівнянні з іншими посухостійкістю та пластичністю, це переважно сорти різновиду медікум, так як в агрокліматичних умовах Донецької області вони традиційно проявляють кращу екологічну відповідність. Чоловічим компонентом схрещувань, як правило, добираються сорти різновиду нутанс, що проявляють підвищений потенціал продуктивності за сприятливих умов вирощування.

Як показує досвід попередніх років, успішність селекційної роботи по одержанню нових сортів напівінтенсивного типу на основі гібридного матеріалу від простих схрещувань дуже мала, тому в якості основного способу одержання вихідного селекційного матеріалу виступають багатоступінчасті міжсортові схрещування.

При доборі пар для схрещувань в якості показників толерантності до впливу посушливих умов вирощування використовуються також такі характеристики, як подовженість періоду сходи-колосіння та дружність вступу у повну фазу колосіння.

Нестабільність режимів температур та опадів у роки досліджень (2016–2020 рр.) впливали на детермінацію ознак. Аналіз варіабельності цінних господарських ознак у зразків ячменю ярого дозволив встановити амплітуду їх генотипового ефекту.

Згідно аналізу генотипового ефекту та ступеня стабільності за елементами структури урожаю, зокрема за продуктивністю рослини, виділено 10 цінних зразків (6,7 %): Партнер, Аватар, Лука, Алегро, Баскак та Токадо з Німеччини (табл. 1).

Таблиця 1

Генотиповий ефект і стабільність виділених за продуктивністю рослини зразків ячменю ярого

Назва зразка	Походження зразка	Продуктивність рослин, % до St	Генотиповий ефект		Стабільність		Сума рангів
			Ei	ранг	Sd	ранг	
1	2	3	4	5	6	7	8
Аватар	Україна	93,9	21,52	1	54,24	1	2
Лука	Україна	95,9	23,52	1	135,68	1	2
Алегро	Україна	103	30,62	1	173,35	1	2
Токада	Німеччина	104,2	31,82	1	113,31	1	2
Партнер	Україна	109,3	36,92	1	38,92	1	2
Баскак	Україна	112,2	39,82	1	12,27	1	2
Сварожич	Україна	119,5	47,12	1	63,24	1	2
СН-28	Україна	121,7	49,32	1	22,89	1	2
Загальна середня вибірки		72,4					
НІР 05			3,42		70,90		

Дані зразки мають високий генотиповий потенціал ознаки продуктивності рослини та стабільний прояв її за роками. Серед досліджених зразків згідно з рангами генотипового потенціалу стійкості (E_i) за масою 1000 зерен 40,0 % мали високий генотиповий потенціал, середній потенціал мали 19,3 % зразків, низький – 40,7 % зразків. Згідно з рангами пластичності (R_i) маси 1000 зерен 42,7 % зразків мали ранг 1, 11,3 % – ранг 2, 46,0 % – ранг 3.

Розподіл зразків за ступенем стабільності (Sd) мав дещо інший характер: 62,7 % зразків віднесено до рангу 1, 10,6 % – до рангу 2, а 26,7 % зразків склали ранг 3. Тобто більшість досліджених зразків, а саме 59,3 % мали високий та середній рівень генотипового ефекту за ознакою маси 1000 зерен.

За масою 1000 зерен виділено сім цінних зразків (4,6 %) з сумарним рангом 2–5. Серед виділених зразків три (Сн-28, Інклюзив, Гермес) мають високий генотиповий потенціал і стабільний прояв зазначеного елементу структури урожаю за роками (табл. 2). Три зразки Парнас, Східний (Україна) та Щедрий (Росія) характеризуються високим

генотиповим потенціалом (1), ступенем пластичності (1) та стабільністю (3). Дані зразки мали низьку стабільність прояву ознаки маси 1000 зерен, але за сприятливих погодних умов здатні підвищити дану ознаку, оскільки мають високий генотиповий потенціал.

Таблиця 2

Генотиповий ефект, ступінь пластичності і стабільність виділених за масою 1000 зерен зразків ячменю ярого

Назва зразка	Походження зразка	Маса 1000 зерен, г	Генотиповий ефект		Ступінь пластичності		Стабільність	
			E_i	ранг	R_i	ранг	Sd	ранг
СН-28	Україна	50,67	5,76	1	1,40	3	0,12	1
Інклюзив	Україна	52,33	7,42	1	1,43	3	7,99	1
Зерноградский 813	Росія	52,83	7,92	1	-0,29	1	0,05	1
Щедрий	Росія	53,17	8,26	1	0,29	1	19,49	3
Парнас	Україна	54,17	9,26	1	0,19	1	23,51	3
Гермес	Україна	55,00	10,09	1	1,76	3	0,00	1
Східний	Україна	53,33	8,42	1	0,51	1	36,33	3
Загальна середня вибірки		44,9						
$НІР_{05}$			0,96		0,15		3,31	

Виділено зразки СН-28, Гермес, Інклюзив (Україна), Зерноградский 813 (Росія), які мають високий генотиповий потенціал (1), ступінь пластичності (3) і стабільний прояв (1).

Таким чином, за сумою рангів генотипового ефекту та ступеня стабільності в умовах нестабільного зволоження визначено селекційну цінність зразків ячменю ярого за продуктивністю рослини, в результаті чого виділено зразки з сумою рангів 2, що характеризувались високим потенціалом ознаки і стабільним її проявом, та зразки з поєднанням корисних ознак за генотиповим ефектом і ступенем стабільності.

3. Обґрунтування моделі сорту ячменю ярого для умов недостатнього зволоження

Сорти ячменю ярого для зони недостатнього зволоження повинні бути середньостиглими, середньорослими, багатостебельними, з елас-

тичним, міцним стеблом і добре розвиненою кореневою системою, мати довготривалу польову стійкість до основних хвороб. Потенційна врожайність при оптимальній технології в роки з задовільною вологозабезпеченістю рослин в період вегетації складає 5,0–6,0 т/га, в особливо посушливі роки 2,5–3,0 т/га.

Велика мінливість кількісних і якісних ознак в роки з контрастною вологозабезпеченістю рослин, нестабільна продуктивність, недостатній рівень розвитку ознак і властивостей у одних і тих же селекційних форм у зоні недостатнього зволоження обумовлюють необхідність планування параметрів нових сортів в двох варіантах, з урахуванням лімітів факторів, що визначають їх розвиток: в особливо посушливі роки і в роки з доброю вологозабезпеченістю рослин. При цьому передбачається не тільки подальше підвищення потенційної продуктивності сорту в оптимальних умовах вирощування, але й і підвищення його нижнього порогу врожайності в екстремальних умовах, приблизно з рівною напруженістю в порівнянні з фактичною врожайністю культури в даній екологічній зоні. Такий підхід дозволить ефективніше використовувати екологічні фактори середовища як диференціюючі фони для добору та оцінки селекційного матеріалу. Проведені дослідження свідчать про можливість покращання сучасних сортів за показниками розробленої моделі для умов недостатнього зволоження.

При розробці параметрів сортів ячменю використовували багаторічні дослідження морфологічних, біологічних та біохімічних показників продукційного процесу рослин сортів ячменю ярого, процесів редукції і компенсації елементів продуктивності в онтогенезі.

Як вихідні дані використовували результати екологічного сортовипробування сортів ячменю з потенціалом урожайності від 5,0 до 6,5 т/га, і рекомендованих для вирощування в зоні Степу (табл. 3).

Аналіз експериментальних даних показав, що прогрес селекції ячменю ярого в умовах недостатнього зволоження здійснюється за рахунок крупності зерна (маса 1000 зерен від 45 до 55 г), кількості зерен в колосі (від 20 до 24 шт.), довжини колосу (від 8,5 до 9,5), посухостійкість на рівні сортів Донецький 12 і Сталкер.

Фактичні параметри сорту створено на основі аналізу елементів продуктивності та досягнутого рівня врожайності сортів включених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Укра-

Таблиця 3

Реалізація параметрів моделі сортів ячменю ярого

Господарська і біологічна ознака	Сорт і рік реєстрації			
	Донецький 12	Донецький 14	Донецький 15	Партнер
Середня врожайність зерна, т/га	3,98	4,07	4,73	6,0
Висота рослин, см	68,4	66,6	67,8	70,3
Кущистість: загальна	2,3	3,1	3,3	3,5
продуктивна	1,5	2,4	2,6	2,8
Довжина колосу, см	8,0	8,5	8,2	9,1
Кількість зерен в головному колосі, шт.	19,0	20,3	21,8	22,7
Маса зерен з колосу, г	0,95	1,0	1,08	1,10
Маса зерна з рослини, г	1,1	1,2	1,2	1,3
Щільність колосу, шт.	11,5	11,5	11,4	12,0
Маса 1000 зерен, г	50,1	50,3	52,9	54,1
Стійкість до вилягання, бал	4,6	4,6	4,7	4,8
Ураженість хворобами, %:				
борошниста роса	1,9	0,6	0,0	0,1
летюча сажка	3,3	2,1	0,4	0,2
Вміст білка в зерні, %	13,3	13,3	13,0	13,8
Вегетаційний період, діб	75-78	76-80	78-80	78-80

їні. Параметри перспективного сорту розроблено на основі біологічного потенціалу елементів продуктивності культури з урахуванням їх редукції і компенсації за середніми багаторічними даними і прогресу селекції на конкретну ознаку в нових сортах ячменю ярого (табл. 4).

Основну увагу спрямовано на підвищення адаптивності до стресових факторів. Стратегія селекції ячменю ярого передбачає стабілізацію врожайності за рахунок підвищення нижнього порогу врожайності на 0,3–0,5 т/га, з урахуванням використання потенціалу. Розроблені параметри значною мірою реалізовано в нових сортах ДДСДС НААН: Східний, Степовик, Аверс, Щедрик, Сталий, Резерв, Реприз, Бравий.

За 2016–2020 рр. в ланках екологічного сортовипробування ячменю ярого найбільшу урожайність сформували сорти ДДСДС НААН Ста-

Таблиця 4

Основні параметри сортів для умов недостатнього зволоження північно-східного Степу України

Ознака	Фактичні	Перспективні
Потенційна урожайність, т/га	4,5–5,0	5,5–6,5
Число продуктивних стебел на 1 м^2	550–600	600–650
Маса 1000 зерен, г	45–48	50–52
Висота рослин, см	72–75	75–78
Тривалість вегетаційного періоду, діб	75–8	78–80
Вміст білка в зерні, %	12,5–13,0	13,0–13,5
Посухостійкість, балів	5–7	7–9

лий, Бравий та Реприз – 3,74 т/га, 3,78 т/га та 3,74 т/га відповідно. Стандарт Сталкер забезпечив урожайність 3,12 т/га. Всі сорти донецької селекції характеризуються врожайністю понад 3,29 т/га. Серед сортів ІР ім. Юр'єва відзначились: Інклюзив – 3,66 т/га, Подив – 3,62 т/га, Скарб 3,59 т/га, Алегро 3,54 т/га. Серед сортів СГІ-НЦНС: Аватар – 3,20 т/га.

Найбільший коефіцієнт стабільності виділено у сортів ячменю ярого Південний, Воєвода, Аватар (СГІ-НЦНС); СН-28 (Кіровоградська ДСДС НААН); Аверс, Донецький 12, Сталий, Щедрик (ДДСДС НААН); Взірець, Алегро, Етикет, Доказ, (ІР ім. Юр'єва НААН).

4. Методика оцінки адаптивності селекційного матеріалу ячменю ярого при вирощуванні в умовах нестійкого зволоження

Обґрунтування вибору екологічного фактору. В селекційній практиці зустрічаються два типи екологічних факторів ті, які не регулюються (погодні умови) і ті, які регулюються в процесі вирощування (агротехнічні прийоми). Як фактор, який регулюється, в конкретному дослідженні взятий градієнт густоти посіву на одиницю площі. Від градації цього агроприйому залежать як конкурентні відношення в ценозі, так і рівень забезпеченості окремої рослини вологою, поживними речовинами, світлом і т. ін. В селекційній практиці густота стояння рослин для селекціонерів представляє інтерес, як у відношенні оптимізації щільності стеблостою з метою забезпечення максимальної надійності оцінки сортів і вибору елітних рослин, так і оцінки сортів за реакцією на загущення. Враховуючи його значимість і маючи

сильну диференціацією сортів за реакцією на градієнт густоти посіву і включений саме цей агроприйом в експериментальне дослідження.

Межі можливого використання в селекційній практиці коливаються від 50 до 550 шт. схожих зерен на 1 м^2, тому для селекційних популяцій взято наступні градації: 50, 150, 250, 350, 450, 550 і для гібридної популяції 450 шт/м^2 схожих насінин. Роки досліджень розглядалися як градації неконтрольованого фактору – погодні умови.

Селекційні популяції вивчаються в контрастах вегетаційного періоду і фаз розвитку.

Випробування проводили по типу дрібноділяночних дослідів з використанням спеціальної ручної саджалки, яка забезпечує рівномірний і фіксований розподіл рослин по площі ділянки. Для закладення використовували схеми розщеплених ділянок з елементарною ділянкою по всім густотам 150 шт./м^2. Для отримання гібридного насіння використовували гібридизацію з примусовим запиленням. Схема включала прості схрещування. По кожній комбінації проводили кастрацію і запилення колосся, не менше 20 шт.

Гібриди F_1 та їх батьківські форми були висіяні у триразовій повторності вручну у рядки метрової довжини, з міжряддям 15 см, з однаковою глибиною загортання й однаковою площею живлення для кожної рослини.

Регулярно проводилися фенологічні спостереження, фаза вегетації відмічалась, при її прояві більш ніж у 50 % рослин.

Після дозрівання збирали рослини вручну. Крайні рослини у рядках збирали окремо і в аналіз не включали.

Структурний аналіз було проведено на 30 рослинах кожної повторюваності. Обліки проводилися за наступними ознаками: загальна кущистість, продуктивна кущистість, висота рослин, довжина колосу, маса зерна з колосу, кількість зерен в колосі, кількість зерен на рослині, маса 1000 зерен, маса зерна з рослини.

В наступному році було проведено аналогічний аналіз гібридів другого покоління та батьківських форм.

Для обробки експериментальних даних використовували пакет прикладних програм ОСГЕ, складений у лабораторії генетичних основ селекції ІР ім. В. Я. Юр'єва. Було проведено також дисперсійний та кореляційний аналіз, визначено генетичні параметри та адаптивну здатність.

Найбільш ефективний шлях виявлення адаптивної здатності – вивчення врожайності та інших властивостей гібридів, створених за участю сортів. Польове дослідження гібридів, створених безпосередньо для цієї мети в умовах, які забезпечують отримання достатньо точних середніх величин і мінімальної помилки досліду, дозволяє отримати необхідну інформацію для виявлення загальної адаптивної здатності (ЗАЗ), а в деяких випадках і специфічної адаптивної здатності (САЗ).

Системні схрещування дають найбільш повну інформацію як у відношенні ЗАЗ, так і САЗ кожного сорту, який досліджується. Крім того, аналіз таких схрещувань дає можливість отримати важливу інформацію про генетичну природу батьківських форм.

Адаптивна здатність і стабільність генотипів за ознаками продуктивності. Оцінка сортів і сортозразків методом генетичного аналізу, який оснований на випробуванні в різних середовищах, дозволяє визначити загальну і специфічну адаптивну здатність генотипів, їх стабільність, а також диференціювати селекційний матеріал. При цьому можна робити оцінку селекційної цінності сортів і вести добір за адаптивною здатністю щодо селекційного завдання.

Адаптивна здатність – це здатність генотипу підтримувати властивий йому фенотиповий вираз ознаки у визначених умовах середовища.

Загальна адаптивна здатність (ЗАЗ) – це здатність культур давати постійно високий врожай в різних умовах вирощування, а специфічна адаптивна здатність (САЗ) – це здатність реагувати і бути стійкими до специфічних умов.

Загальна адаптивна здатність генотипу (ЗАЗ) характеризує середнє значення ознаки в різних умовах середовища, специфічна адаптивна здатність (САЗ) – відхилення від ЗАЗ у визначеному середовищі.

Для встановлення суттєвості вкладів генотипів, середовищ і взаємодії між ними в фенотипову мінливість, використовується двофакторний дисперсійний аналіз

Порівняння генотипів за загальною адаптивною здатністю проводиться шляхом порівняння $ЗАЗ_i$.

Відносна стабільність генотипу дозволяє порівнювати результати дослідів, які проведено з різним набором культур, генотипів, середовищ і ознак, які вивчаються.

Оцінка результатів дисперсійного аналізу залежить від припущення відносно матеріалу, який вивчається. Якщо генотипи і середовища є невипадковими вибірками, вважаємо їх ефект фіксованим і можемо отримати інформацію про конкретні генотипи і середовища.

5. Вплив абіотичних факторів на чинники формування якості зерна сортів пшениці озимої

В останні роки спостерігається різка зміна клімату, що значно підвищує вплив абіотичних факторів на якісні показники зернової продукції. Довготривалий бездощовий період з високими температурами повітря призводить до скорочення міжфазних періодів розвитку зернових колосових культур, що не може не сказатися на якості зерна. Для прогнозування цих процесів необхідно систематизувати і проаналізувати метеорологічні дані по агрокліматичним зонам Донецької області, встановити зв'язок чинників формування якості зерна пшениці озимої і агрометеорологічних факторів за умови зміни клімату.

Аналіз метеорологічних даних 2018–2020 рр. показав, що період формування і наливу зерна відмічається перевищенням середньодобової температури відносно середніх багаторічних показників від 3,5° до 5,1°С, але відмічено різке коливання запасів продуктивної вологи.

У 2018 році розрахунок гідротермічного коефіцієнту під час наливу зерна показав, що він був найменшим за роки досліджень – 0,36. Кількість опадів за період вегетації склала 78,1 мм – це був посушливий рік.

2019 рік можна вважати за сумою кількості опадів за період вегетації 150 мм оптимальним. Гідротермічний коефіцієнт під час наливу зерна становив 0,84.

У 2020 році гідротермічний коефіцієнт під час наливу зерна становив 1,03. В порівнянні з середніми багаторічними показниками кількість опадів і вологість повітря були підвищеними, тобто 2020 рік за сумою кількості опадів за період вегетації 186,7 мм вважається вологим.

Були структуровані і проаналізовані результати визначення показників якості зерна трьох нових сортів пшениці озимої селекції Донецької ДСД станції за різних умов вирощування по вологозабезпеченості (табл. 5).

Таблиця 5

Показники якості зерна пшениці озимої за різних умов вирощування

Агрокліматичні умови вирощування	Показники якості, одиниці вимірювання					
	натура, г/дм³	вологість, %	масова частка, %		якість клейковини (ІДК)*, од.	маса 1000 зерен, г
			білка	сирої клейковини		
Сорт Ігриста						
Оптимальні	780	13,8	14,2	30,4	70	44,3
Посушливі	730	12,4	14,7	31,5	65	43,7
Вологі	785	14,0	13,3	28,8	74	45,9
Сорт Перемога						
Оптимальні	775	13,7	13,3	29,2	75	43,7
Посушливі	723	13,3	14,4	31,1	69	41,0
Вологі	785	14,0	13,2	28,2	77	44,6
Сорт Юзовська						
Оптимальні	770	13,5	12,8	25,4	85	42,9
Посушливі	663	12,8	13,5	27,4	77	39,5
Вологі	780	13,9	12,6	24,0	88	44,2
$НІР_{0,5}$	3,7	0,17	0,22	1,2	1,8	0,9

Експериментальні дані свідчать, що на вміст білку суттєво впливають сорт і агрокліматичні умови вирощування. Найбільшу білковість має пшениця озима сорту Ігриста. За умов високого зволоження вміст білка в зерні пшениці зменшується, однак коливання цього показника для сортів Ігриста, Перемога і Юзовська в вологий і посушливий рік незначні і становлять відповідно 1,4%, 1,2% і 0,9%. Це свідчить про достатню стійкість цих сортів по концентрації білку до кількості опадів.

Для досліджених сортів в посушливі роки відмічається зменшення маси 1000 зерен. Найбільшим цей показник був у вологий рік у сорту Ігриста 45,9 г. В посушливий рік маса 1000 зерен зменшилась на 2,2 г, 3,6 г і 4,7 г в залежності від сорту.

Технологічний показник якості зерна – кількість і якість клейковини був кращим за посушливих умов вирощування. За вологих і оптимальних умов він дещо зменшувався, але ці коливання були нез-

начними. За результатами двуфакторного дисперсійного аналізу визначили ступінь впливу досліджених факторів на показники якості зерна пшениці озимої (табл. 6).

Таблиця 6

Доля впливу факторів «сорт» і «умови року» на формування якості зерна пшениці озимої

Показник	Ступінь впливу факторів, %	
	сорт	умови року
Натура, г/дм^3	9,5	79,8
Вміст білку, %	44,1	50,4
Вміст клейковини, %	72,0	27,0
Якість клейковини (ІДК), од.	67,9	31,2
Маса 1000 зерен, г	29,8	61,8

Наведені дані свідчать, що умови року найбільше впливали на натуру і масу 1000 зерен. Залежність вмісту білку приблизно однакова як від умов року, так і від особливостей сорту. Сорт істотно впливає на показники клейковини – кількість і якість, ступінь впливу становить 72,0% і 67,9% відповідно.

6. Селекція пшениці озимої на посухостійкість

Для отримання високопродуктивних генотипів пшениці озимої в посухостійких умовах Донецької області здійснювали добір форм, в яких подовжено період трубкування–воскова стиглість за рахунок більш раннього початку трубкування. Відібрані за раннім початком трубкування генотипи забезпечують більшу продуктивність колосу за рахунок подовження періоду трубкування-колосіння, який триває 30-35 діб. У цей період відбувається диференціація конусу наростання на квіткові і колоскові бугорки, а в подальшому формується колос: довжина, кількість колосків в колосі, кількість квіток у колоску. Це закладає основи майбутнього врожаю. Такі генотипи за наявності інших селекційно-цінних ознак відібрались як майбутні сорти. Оскільки лімітуючим фактором в метеорологічних умовах Донецької області для формування крупного виповненого зерна є раннє настання жари, то для отримання крупнозерних генотипів пшениці здійсню-

вався добір форм за ознакою раннього колосіння, цим самим розширюючи період колосіння-дозрівання.

При гібридизації використовувались прості, складні, а також схрещування материнських форм при вільному вітрозапиленні сумішшю підібраних батьківських сортів, що дає можливість одержати більш широкий спектр розщеплення і збільшити відбір з гібридних популяцій цінних номерів.

Залучення в гібридизацію з місцевими сортами і перспективними лініями форм інших екотипів дає змогу отримати значний розмах генетичної мінливості за бажаною ознакою.

У таблиці 7 наведено сорти пшениць м'якої озимої, що найбільш часто залучаються до схрещування як джерела зимо-, морозостійкості, посухостійкості та скоростиглості.

Таблиця 7

Використання сортів пшениці м'якої озимої в селекції

Місцеві форми та лінії	Сорти пшениці м'якої озимої інших оригінаторів
Донецька 48	Єдність
Олексіївка	Турунчук
Богиня	Ужинок
Білосніжка	Наталка
Юзівська	Комерційна
Ігриста	Славна
Перемога	Смуглянка
гк4(Донецька48хЄрмак)	Орійка
гк102(Одес.267хгк94/90)	
гк133(гк94/103хгк45/11)	

Добір із гібридних популяцій проводився за продуктивністю колосу, скоростиглістю, при цьому приділялась увага ознакам: висота рослин, кількість розвинутих колосків у колосі, озерненість колосу, ураження хворобами та шкідниками.

В конкурсному сортовипробуванні по чорному пару вивчалось 42 гібридні комбінації. Кращі номери представлено в табл. 8.

Кращі гібридні комбінації гк784/1 х Повага та гк94/117 х Досвід сформували врожайність зерна 7,52 та 7,77 т/га, тобто перевищили на

Таблиця 8

Кращі номери конкурсного сортовипробування пшениці м'якої озимої у 2018–2020 рр.

Гібридна комбінація	Походження	Урожайність, т/га		Маса 1000 зерен, г	Седиментація, мл	Дата колосіння
		середня	+/- до St			
491	Гк784/1 х Повага	7,77	+0,99	36.6	82	11.05
363	Гк94/117 х Досвід	7,52	+0,74	37.8	81	12.05
219	Гк50/4 х гк 94/103	7,06	+0,28	37.4	80	12.05
456	Гк94/117 х гк 568	7,00	+0,22	38.2	82	13.05
224	Гк50/4 х Супутниця	7,00	+0,22	39.6	81	14.05
598	Лан25 х гк 789/1	6,89	+0,11	35.7	78	11.05
606	Лан25 х Місія од	6,87	+0,09	34.8	77	13.05
274	Станічна х Супутниця	6,78	+0,00	37.4	78	16.05
365	Гк94/103 х гк568	5,34	-1,44	33.6	78	14.05
484	784/1 х гк 54/4	5,34	-1,44	34.0	75	13.05
363	Гк94/117 х Досвід	5,44	-1,34	35.0	78	12.05
402	Апогей х гк94/103	6,56	-0,22	34.4	82	14.05
462	Білосніжка х гк686/0	6,64	-0,14	33.6	76	14.05
118	Гк94/90 х Зерногр.11	7,06	+0,28	34.2	80	13.05
408	Апогей х Попелюшка	6,72	-0,06	35.6	78	14.05
Донецька 48 – St		6,78	-	39.6	80	14.05
$НІР_{0,05}$		0,18				

0,74 та 0,99 т/га стандарт Донецька 48 (6,78 т/га). Найбільш висока маса 1000 зерен у комбінацій: гк50/4 х Супутниця – 39,6 г, Гк94/117 х гк 568 – 38,2 г, гк94/117 х Досвід – 37,8 г. За показником седиментації кращими були сортозразки: гк784/1 х Повага, Апогей х гк94/103, гк94/117 х гк 568 – 82 мл.

За результатами фенологічних спостережень було виділено два зразки за показником ранньостиглість гк491 (гк704/1 х Повага) та гк598 (Лан25 х гк 789/1), які виколошувались на 2-4 дні раніше стандарту Донецька 48 та впродовж трьох років вивчання стабільно проявляли цю ознаку.

В таблиці 9 наведено кращі номери за посухостійкістю з малого конкурсного сортовипробування, які на 0,71–2,08 т/га перевищили за врожайністю стандарт Донецька 48 (7,89 т/га).

За масою 1000 зерен виділились гібридні комбінації гк784/1 х Подяка та гк784/1 х Титона – 41 г. Гібридні комбінації Лан25 х Куяльник, гк784/1 х Подяка та гк784/1 х Титона виколосились на 3 дні раніше за стандарт.

Зараз в попередньому розмноженні знаходяться 3 перспективні селекційні лінії. На держсортовипробуванні перебувають нові сорти озимої пшениці Вежа та Алмаз, хлібопекарського напряму використання, невибагливі до агрофону, максимально адаптовані до посушливих умов, рекомендовані для вирощування в зонах Степу і Лісостепу України.

7. Висновки

Впродовж 2016–2020 років Донецькою державною сільськогосподарською дослідною станцією НААН України проводились дослідження за напрямком створення високоврожайних сортів пшениці м'якої озимої та ячменю ярого, адаптованих до умов північно-східного регіону України.

Аналіз експериментальних даних показав, що прогрес селекції ячменю ярого в умовах недостатнього зволоження здійснюється за рахунок крупності зерна (маса 1000 зерен від 45 до 55 г), кількості зерен в колосі (від 20 до 24 шт.), довжини колосу (від 8,5 до 9,5), посухостійкість на рівні сортів Донецький 12 і Сталкер. Виділено зразки СН-28, Гермес, Інклюзив (Україна), Зерноградский 813 (Росія), які

Таблиця 9

Кращі номери малого конкурсного сортовипробування пшениці м'якої озимої за посухостійкістю

Гібридна комбінація	Походження	Урожайність, т/га		Маса 1000 зерен, г	Седиментація, мл	Дата колосіння
		середня	+/- до St			
602	Лан25 х Куяльник	9,97	+1,18	36,2	75	17.05
562	Гк784/1 х Диканька	8,96	+1,17	40,6	79	18.05
570	Гк784/1 х Солоха	8,84	+0,95	38,4	81	18.05
618	Титона х гк 568	8,74	+0,85	35,4	78	18.05
566	Гк784/1 х Подяка	8,81	+0,92	41,0	82	17.05
560	Гк784/1 х Титона	8,71	+0,82	41,0	80	17.05
605	Лан25 х Подяка	8,60	+0,71	38,6	81	18.05
Донецька 48 – St		7,89	-	39.6	80	20.05
$НІР_{0,05}$		0,15				

характеризувались високим потенціалом ознаки і стабільним її проявом, та зразки з поєднанням корисних ознак за генотиповим ефектом і ступенем стабільності.

На основі аналізу біологічного потенціалу елементів продуктивності культури з урахуванням їх редукції і компенсації за середніми багаторічними даними і прогресу селекції на конкретну ознаку в нових сортах ячменю ярого розроблено параметри перспективного сорту. Розроблено методику оцінки адаптивності селекційного матеріалу ячменю ярого при вирощуванні в умовах нестійкого зволоження.

За 2016-2020 рр. в ланках екологічного сортовипробування найбільшу урожайність сформували сорти Сталий, Бравий та Реприз – 3,74 т/га, 3,78 т/га та 3,74 т/га відповідно. Стандарт Сталкер забезпечив урожайність 3,12 т/га. Всі сорти донецької селекції характеризуються врожайністю понад 3,29 т/га. Серед сортів ІР ім. Юр'єва відзначились: Інклюзив – 3,66 т/га, Подив – 3,62 т/га, Скарб 3,59 т/га, Алегро 3,54 т/га. Серед сортів СГІ-НЦНС: Аватар – 3,20 т/га.

Найбільший коефіцієнт стабільності виділено у сортів ячменю ярого Південний, Воєвода, Аватар (СГІ-НЦНС); СН-28 (Кіровоградська ДСДС НААН); Аверс, Донецький 12, Сталий, Щедрик (ДДСДС НААН); Взірець, Алегро, Етикет, Доказ, (ІР ім. Юр'єва НААН).

Досліджено, що на формування якості зерна сортів пшениці озимої суттєво впливають такі абіотичні фактори як сорт і агрокліматичні умови вирощування. Залежність вмісту білку приблизно однакова як від умов року, так і від особливостей сорту. Сорт істотно впливає на показники клейковини – кількість і якість, ступінь впливу становить 72,0% і 67,9% відповідно.

Для отримання високопродуктивних генотипів пшениці озимої в посухостійких умовах Донецької області здійснювали добір форм здійснювали добір форм за ознакою раннього колосіння, цим самим розширюючи період колосіння-дозрівання. За результатами конкурсного сортовипробування пшениці озимої кращими гібридними комбінаціями виявились гк784/1 х Повага та гк94/117 х Досвід, які сформували врожайність зерна 7,52 та 7,77 т/га, тобто перевищили на 0,74 та 0,99 т/га стандарт Донецька 48 (6,78 т/га). За результатами фенологічних спостережень було виділено два зразки за показником раньостиглість гк491 (гк704/1 х Повага) та гк598 (Лан25 х гк789/1), які

виколошувались на 2–4 дні раніше стандарту Донецька 48 та впродовж трьох років вивчання стабільно проявляли цю ознаку.

За результатами малого конкурсного сортовипробування виявлено сім кращих номерів за посухостійкістю, які на 0,71–2,08 т/га перевищили за врожайністю стандарт Донецька 48 (7,89 т/га). Гібридні комбінації Лан25 х Куяльник, гк784/1 х Подяка та гк784/1 х Титона виколосились на 3 дні раніше за стандарт.

На держсортовипробуванні перебувають нові сорти озимої пшениці Вежа та Алмаз, хлібопекарського напряму використання, невибагливі до агрофону, максимально адаптовані до посушливих умов, рекомендовані для вирощування в зонах Степу і Лісостепу України.

Список літератури:

1. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбиногенез, агробиоценоз). Кишинев, 1980. 587 с.

2. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев, 1988. 767 с.

3. Гудзенко В.М., Васильківський С.П. та ін. Селекція ячменю ярого на підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво.* 2017. Випуск 111. С. 51–60.

4. Іващенко В.В., Рудник-Іващенко О.І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–12.

5. Манзюк В.Т. Ячмень на Слобожанщине. Харьков, 2008. 120 с.

6. Лінчевський А.А. 92 роки селекції ячменю в Селекційно-генетичному інституті. *Зб. наук. праць СГІ- НЦНС*. 2008. Вип. 12(52). С. 24–49.

7. Просунко В.М. Як впливатиме зміна клімату на рослинництво (прогнози вчених). *Селекція і насінництво*. 2006. № 93. С. 3–20.

8. Комобакін В. Кліматичні зміни та їх наслідки. *Farmer.* 2008. 2(11). С. 11–12.

9. Хоменко Л.О., Сандецька Н.В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018. 14(3). 270–276. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289

10. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво.* 2010. № 6. С. 1–6.

11. Ващенко В.В., Назаренко М.М. Аналіз продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах північного Степу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2015. № 4. С. 68–72.

12. Базалій В.В., Ларченко О.В., Базалій Г.Г. Оптимізація сортового складу озимої пшениці за параметрами екологічної стійкості в умовах Південного Степу України. *Селекція і насінництво*. 2008. Випуск 96. С. 361–369.

13. Ahloowalia B. S. Renaissance in genetics and its impact on plant breeding. *Euphytica*. 2001. Vol. 118. № 5. P. 99–102.

14. Маркелова Т.С., Веденеева М.Л., Кириллова Т.В. Результаты селекции пшеницы на комплексную устойчивость к болезням. *Вестник защиты растений*. 2003. № 3. С. 25–30.

15. Василенко Т., Бондарева О., Коробова О. Селекція озимої пшениці в умовах південно-східного Степу України. *Науковий журнал «Вісник Львівського НАУ».* 2018. № 22(1). С. 188–194.

16. Ковалевська Н.І., Пастух В.П. Метод добору вихідного матеріалу при селекції озимої пшениці для умов Степу України. *Бюлетень інституту зернового господарства.* 2007. № 30. С. 109–112.

References:

1. Zhuchenko A.A. (1980) *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy (adaptatsiya, rekombinogenez, agrobiotsenoz)* [Ecological genetics of cultivated plants (adaptation, recombinogenesis, agrobiocenosis)]. Chisinau. (in Russian)

2. Zhuchenko A.A. (1988) *Adaptivnyy potentsial kul'turnykh rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive potential of cultivated plants (ecological and genetic bases)]. Chisinau. (in Russian)

3. Gudzenko V.M., Vasilkovsky S.P., etc. (2017) Selekcija jachmenju jarogho na pidvyshhennja produktyvnogho ta adaptyvnogho potencialu [Selection of spring barley to increase productive and adaptive potential]. *Breeding and seed production,* vol. 111, pp. 51–60. (in Ukrainian)

4. Ivashchenko V.V., Rudnyk-Ivashchenko O.I. (2011) Naprjamy adaptaciji aghrarnogho vyrobnyctva do zmin klimatu [Directions of adaptation of agricultural production to climate change]. *Bulletin of Agrarian Science,* no. 8, pp. 10–12. (in Ukrainian)

5. Manzyuk V.T. (2008) *Jachmenj na Slobozhanshhyne* [Barley in Slobozhanshchina]. Kharkiv. (in Russian)

6. Linchevsky A.A. (2008) 92 roky selekciji jachmenju v Selekcijnoghenetychnomu instytuti [92 years of selection of barley at the Plant Breeding & Genetics Institute]. *Collection of scientific works of the Plant Breeding & Genetics Institute – NCS & CI,* no. 12(52), pp. 24–49. (in Ukrainian)

7. Prosunko V.M. (2006) Jak vplyvatyme zmina klimatu na roslynnyctvo (proghnozy vchenykh) [How will climate change affect crop production (scientists' forecasts)]. *Breeding and seed production,* no. 93, pp. 3–20. (in Ukrainian)

8. Komobakin V. (2008) Klimatychni zminy ta jikh naslidky [Climate change and their consequences]. *Farmer,* no. 2(11), pp. 11–12. (in Ukrainian)

9. Khomenko L.O., Sandetska N.V. (2018) Dzherela kompleksnoji stijkosti pshenyci ozymoji (Triticum aestivum L.) u selekciji na adaptyvnistj [Sources of complex resistance of winter wheat (Triticum aestivum L.) in adaptability selection]. *Plant Varieties Studying and Protection,* no. 14(3), pp. 270–276. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289 (in Ukrainian)

10. Litvinenko M.A. (2010) Realizatsiya henetychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoyi pshenytsi [Realization of genetic potential. Problems of productivity and quality of grain of modern varieties of winter wheat]. *Seed production*, no. 6, pp. 1–6. (in Ukrainian)

11. Vashchenko V.V., Nazarenko M.M. (2015) Analiz produktyvnosti pshenyci m'jakoji ozymoji v umovakh pivnichnogho Stepu Ukrajiny [Analysis of soft winter wheat productivity in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Variety research and protection of plant variety rights*, no. 4, pp. 68–72. (in Ukrainian)

12. Basaliy V.V., Larchenko O.V., Basaliy G.G. (2008). Optymizacija sortovogho skladu ozymoji pshenyci za parametramy ekologhichnoji stijkosti v umovakh Pivdennogho Stepu Ukrajiny. [Optimization of winter wheat varietal composition according to the parameters of ecological stability in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Breeding and seed production*, no. 96, pp. 361–369. (in Ukrainian)

13. Ahluwalia B.S. (2001). Renaissance in genetics and its impact on plant breeding. *Euphytica,* vol. 118, no. 5, pp. 99–102.

14. Markelova T.S., Vedeneeva M.L., Kirillova T.V. (2003) Rezul'taty selektsii pshenitsy na kompleksnuyu ustoychivost' k boleznyam [The results of wheat selection for complex disease resistance]. *Bulletin of plant protection*, no. 3, pp. 25–30. (in Russian)

15. Vasylenko T., Bondareva O., Korobova O. (2018) Selekcija ozymoji pshenyci v umovakh pivdenno-skhidnogho Stepu Ukrajiny [Selection of winter wheat in the south-eastern steppe of Ukraine]. *Scientific journal «Bulletin of Lviv NAU»*, no. 22(1), pp. 188–194. (in Ukrainian)

16. Kovalevskaya N.I., Pastukh V.P. (2007) Metod doboru vykhidnogho materialu pry selekciji ozymoji pshenyci dlja umov Stepu Ukrajiny [The method of selection of source material in the selection of winter wheat for the conditions of the steppe of Ukraine]. *Bulletin of the Institute of Grain Farming,* no. 30, pp. 109–112. (in Ukrainian)