

СЕЛЕКЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СІМЕЙ КУКУРУДЗИ S₄-S₅ ВИХІДНОЇ ЛІНІЇ ДК2442МВ

В. Ю. Черчель, М. О. Круглова

Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна.

Актуальність. Висока ефективність зародкової плазми *Stiff Stalk Synthetic (BSSS)* в селекційних програмах провідних світових компаній зумовила необхідність більш широкого її застосування і в селекційних компаніях України. Проте, поширення такого вихідного матеріалу стримується низкою чинників: пізньостиглістю, слабкою стійкістю до спеки й посухи та труднощами адаптації до умов України. Одним із методів поліпшення зародкової плазми *BSSS* у вітчизняній селекції є схрещування її з лініями інших зародкових плазм адаптованих до умов України, зокрема, Ланкастер. **Мета досліджень** полягала у вивченні комбінаційної здатності за ознакою «врожайність зерна» сімей S₄-S₅, створених на базі лінії кукурудзи плазми *BSSS* ДК2442МВ. **Матеріали та методи.** Дослідження проведено протягом 2019–2020 рр. у спеціальній трипільній сівозміні ДУ ІЗК НААН. Для оцінки комбінаційної здатності за ознакою «врожайність зерна» самозапилених сімей кукурудзи використано 94 зразка S₄-S₅ та чотири вихідні лінії. Дослідження проводилося за топкросною схемою схрещувань на базі чотири тестерів, альтернативних за рівнем прояву гетерозису плазм. **Результати.** Відносно сприятливі погодні умови дозволили сформувати високий рівень врожайності зерна гібридів кукурудзи 8,35±0,05 т/га у 2019 р. і 7,71±0,06 – у 2020 р. та створити хороши фон для добору самозапилених сімей за комбінаційною здатністю. Аналіз самозапилених сімей виявив, що до першого класу ЗКЗ за врожайністю зерна були віднесені ДК2439⁵³²³; ДК2432⁵²²¹; ДК2439⁴¹¹²²; ДК2439⁴¹¹³¹¹; ДК2443¹¹¹¹; ДК2439⁵³¹¹; ДК2439⁵³²¹, які характеризувались пластичністю до різних умов років досліджень. Загалом до числа 20 найкращих увійшли сім'ї з індексами ДК2439 – 10, ДК2443 – 5, ДК2432 – 2, ДК2422 – 2 та ДК2440 – 1. Виділено гібриди, які за врожайністю зерна перевищували гібриди стандарту ДН Корунд (на 0,37–0,53 т/га) і ДК Буришин (на 0,33–0,49 т/га). **Висновки.** За результатами досліджень виділені самозапилені сім'ї кукурудзи, що мали високі оцінки ефектів комбінаційної здатності за ознакою врожайність зерна, та здійснено їх розподіл за типом реакції на зміни умов вирощування. Найбільш продуктивними за високої ЗКЗ були сім'ї з індексом ДК2439, з числа яких дві лінії (ДК2439МВ і ДК4239МВ) передано на кваліфікаційну експертизу. Вони стали складовими семи перспективних гібридів кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза, самозапилені сім'ї, гібрид, топкрос, комбінаційна здатність, урожайність зерна, вологість зерна.

Вступ. Провідні селекційні компанії постійно працюють над формуванням колекції вихідного матеріалу геноплазм адаптованих до умов конкретного регіону, і тому зібраний елітний сортимент ліній відображає характерні ознаки, притаманні акомодатії рослин, проявлені у протидії стресам даного регіону [1]. Сучасне інбредне різноманіття, створене завдяки сорту кукурудзи Рейд, розділене на шість самостійних груп: Reid Yellow Dent (Wf 9), Funk and 176A Yellow Dent, Osterland Reid, Troyer Reid, Iodent, Stiff Stalk Synthetic (BSSS). В Україні отримали розвиток тільки три групи: Reid Yellow Dent (Wf 9), Iodent, Stiff Stalk Synthetic (BSSS) [2].

Їхні вихідні форми стали джерелом серії нових ліній кукурудзи. Наприклад, з використанням синтетичної популяції *BSSS*, одержані такі відомі лінії В 14, В 37, В 73, які в подальшому широко використовувались при створенні нового вихідного матеріалу. За їх участі було одержано відповідно 71, 27, 14 елітних ліній кукурудзи [3, 4]. Наведені зразки утворюють високогетерозисні комбінації при використанні альтернативних компонентів Айодент, Ланкастер та Європейський флінт. Незважаючи на світову популярність *Stiff Stalk Synthetic (BSSS)*, в Україні відповідний матеріал у вітчизняних гібридах кукурудзи тільки набуває поширення через

Інформація про авторів:

Черчель Владислав Юрійович, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН України, в. о. директора, e-mail: vlad_cherch@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0429-4961>

Круглова Маргарита Олегівна, в. о. завідувачки лаб. селекції кукурудзи скоростиглих гібридів, <https://orcid.org/0009-0007-3989-6624>

наступні особливості: порівняно слабку адаптивність, пізньостиглість, інтенсивний тип, малу стійкість до спеки й посухи та значні труднощі пов'язані зі створенням нових перспективних форм селекційним шляхом [5].

Серед гетерозисних моделей, які використовувались для отримання комерційних гібридів кукурудзи у всьому світі, найбільш вживаними є Рейд × Ланкастер та Рейд × Айодент [6, 7]. У селекційній програмі ДУ ІЗК НААН превалює гетерозисна модель Айодент × Ланкастер, через досить вузький генофонд колекції ліній плазми BSSS, особливо серед скоростиглих форм. У процесі створення нового вихідного матеріалу досліджувались різні варіанти рекомбінації вихідного матеріалу, в тому числі зародкових плазм Ланкастер, кременистих європейських зразків, а також базових ліній BSSS [8]. Це дозволило завдяки тривалій кумулятивній селекції отримати більш скоростиглі генотипи споріднені з геноплазмою BSSS, адаптовані до умов різних зон України.

Використання ліній, споріднених з В37 (BSSS) і Oh43 (Ланкастер), дозволило отримати у кінцевому результаті середньостиглу лінію змішаної плазми ДК2442МВ [9], яка увійшла до складу зареєстрованих гібридів кукурудзи середньоранньої і середньостиглої біологічних груп: ДК Велес (ФАО 270), ДК Бурштин (ФАО 350), Фаєтт (ФАО 280) і ДС Сула (ФАО 310) [10]. Програма подальшого

її використання була направлена на збільшення частки плазми BSSS, це забезпечувалося залученням скоростиглих ліній 2-3 циклу кумулятивної селекції: ДК2323МВ, ДК239МВ, ДК239-6, ДК239-62. Протягом генерації самозапилення були проведені жорсткі добори на стійкість до стресових чинників, зокрема, посухи і спеки, зменшення тривалості вегетаційного періоду, стійкості до головних хвороб та інше. Відібрані сім'ї четвертої та п'ятої генерації інбридингу оцінювали на комбінаційну здатність за врожайністю зерна з метою визначення можливості їхнього використання у гетерозисній селекції при створенні комерційних гібридів з альтернативною групою плазми Айодент.

Мета досліджень полягала у вивченні комбінаційної здатності стосовно врожайності зерна сімей S₄-S₅ створених на базі лінії кукурудзи ДК2442МВ.

Матеріали та методи. Дослідження проведені у 2019–2020 рр. у селекційній трипільній сівозміні («горох – озима пшениця – кукурудза») Державної установи Інститут зернових культур НААН, розташованій в кліматичній підзоні Північного Степу України. Погодні умови у роки досліджень були подібними і відносно сприятливими, це дозволило сформуванню рослинам порівняно високу середню врожайність зерна (8,35±0,05 т/га – у 2019 р. і 7,71±0,06 – у 2020 р.) (табл. 1).

Температура повітря за вегетаційний

Таблиця 1. Параметри варіювання врожайності та вологості зерна тесткросів гібридів кукурудзи

Параметри	Урожайність зерна, т/га		Вологість зерна при збиранні, %		
	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	
Середнє, $\bar{x} \pm t_{s(\bar{x})}$	8,35±0,05	7,71±0,06	15,6±0,05	16,0±0,04	
Коефіцієнт варіації, V, %	6,33	7,94	3,39	2,56	
Lim (min-max)	7,00÷9,75	5,66÷8,88	14,2÷17,7	13,0÷17,2	
Кількість гібридів, шт.	392	392	392	392	
Стандарти	ДН Корунд	8,12	8,38	15,8	15,6
	ДК Бурштин	8,30	8,27	15,7	15,7

період (квітень – вересень) була у середньому вища за середню багаторічну на 0,7 і 0,3 °С, відповідно в 2019 і 2020 рр. У 2019 р. в усі місяці спостережень вона перевищувала середньо багаторічні показники на 0,2–4,4 °С, найбільше у червні (на 4,4 °С) і в травні (на 1,9 °С). У 2020 р. відмічена прохолодна весна, температура повітря була нижчою за середню багаторічну на 0,4 (у квітні) і на 2,1 °С (у травні). В інші місяці температура повітря

перевищувала багаторічні дані на 1,5–4,0 °С. За опадами протягом вегетаційного періоду, також зафіксовано зменшення, порівняно з середніми багаторічними даними, на 40,8 і 75,5 мм – у 2019 і 2020 рр. відповідно. У 2019 р. значний дефіцит опадів спостерігався у квітні і червні (менше норми на 5,7 і 28,1 мм) та у вересні (на 17,0 мм), в інші місяці опадів було більше на 2,3–20,5 мм. Більш посушливим виявився 2020 р., що зумовлено щомісяч-

ним зменшенням кількості опадів від 3,9 мм до 26,5 мм і тільки в травні їх було більше на 32,1 мм. Незважаючи на такі метеорологічні умови, сприятливий розподіл опадів дозволив сформувати достатньо високий врожай зерна кукурудзи в обидва роки.

Дослідження тестерних гібридів здійснювалося в розсадниках контрольного випробування [11]. Площа ділянок – 4,9 м², повторність – трикратна, густина стояння – 60 тис. рослин на гектар. Для порівняльного аналізу використовували зареєстровані в Україні гібриди селекції ДУ ІЗК НААН: ДН Корунд (ФАО 250) і ДК Бурштин (ФАО 350). Гібриди-стандарти висівались через 30 номерів.

Всього у дослідженні вивчалось 392 тестерних гібридів. Для оцінки комбінаційної здатності за врожайністю зерна було використано чотири тестери – сестринські гібриди плазми Айодент: Крос364М, Крос255М, Крос312М, ДК777М×ДК3751. Для досліджень були відібрані 94 сім'ї кукурудзи 4-5 генерації інбридингу створені на базі відомих ліній плазм Ланкастер та BSSS, з привалюванням останньої, у результаті 2-3 циклів кумулятивної селекції, а також чотири вихідні лінії: ДК2323МВ, ДК239МВ, ДК2441МВ і ДК2442МВ. У дослідження залучені 17 сімей вихідної комбінації ДК2442МВ×ДК2441МВ з селекційним індексом ДК2443; 32 сім'ї – ДК2442МВ×ДК239-6 з індексом ДК2439; 14 сімей – ДК2442МВ×ДК2323МВ з індексом ДК2432; 9 сімей – ДК2442МВ×ДК239-62 з індексом ДК2440; 8 сімей – ДК2323МВ×ДК2441МВ з індексом ДК2324 і 14 сімей – ДК2323МВ×ДК2442МВ з індексом ДК2322. Вихідний матеріал пройшов попередній добір за основними морфологічними і біологічними ознаками.

Закладка польових дослідів проводилась згідно з методиками [12–14]. Агротехніка вирощування кукурудзи включала наступне: зяблева оранка (28–30 см), передпосівний обробіток, внесення мінеральних добрив (карбамід – 200 кг/га), застосування ґрунтового гербіциду Основа (2,0 л/га). Сівбу розсадників проводили селекційною сівалкою «Haldrup» 02 травня у 2019 р. та 05 травня у 2020 р. Після сівби поле коткували. Внесення страхового гербіциду Квін (1,5 л/га) відбувалось у фазі 3–5 листків. У

фазі 7–10 листків здійснювали міжрядне прополювання. Збирання врожаю розпочинали в другій половині вересня за допомогою спеціального селекційного комбайну «Wintersteiger Nursery Master Elite», укомплектованого системою зважування та сенсорами визначення вологості зерна із збором даних на польовий комп'ютер HarvestMaster.

Загальну статистичну обробку даних досліджень проводили згідно з методиками наведеними у Л. О. Атраментової [15]. Оцінку параметрів комбінаційної здатності ліній кукурудзи обчислювали відповідно до рекомендацій [16–18]. Статистичну обробку даних виконували за допомогою Microsoft Excel та спеціалізованої комп'ютерної програми Statistica 6.0.

Результати та обговорення. Загальний аналіз врожайності зерна експериментальних гібридів виявив схожі результати за роками досліджень, але стресові умови 2020 р. призвели до збільшення варіювання за цією ознакою порівняно з 2019 р. (табл. 1). Розмах варіювання у 2019 р. склав 2,75 т/га, тоді як у 2020 р. – на 0,47 т/га був більше, незважаючи на загальний менший рівень урожайності зерна. На це вказує й коефіцієнт варіації, який у 2020 р. був більшим на 1,61 %. Слід зазначити, що гібриди-стандарти у 2019 р. мали меншу на 0,05–0,23 т/га врожайність зерна за середню у досліді, а у 2020 р. – значно перевищували цей рівень на 0,56–0,67 т/га. Вологість зерна під час збирання в обидва роки досліджень була 15,6±0,05 % – у 2019 р. і 16,0±0,04 % – у 2020 р. Коефіцієнт варіації був більшим на 0,83 % у 2019 р., а розмах варіювання у 2020 р. – на 0,7 %. Низький рівень вологості зерна під час збирання не дозволив достовірно диференціювати тестерні гібриди за цією ознакою.

За топкросної схеми схрещування по кожному тестеру отримано 98 гібридів (табл. 2). Виявлено, що врожайність зерна за всіма тестерами була однаковою у 2019 р. – 8,35 т/га, а у 2020 р. – 7,71 т/га. Незначна диференціація спостерігалась щодо розмаху варіювання, який був максимальним (2,75 т/га) за використання тестера ДК777М×ДК3751 у перший рік досліджень, та 3,22 т/га – за використання тестера Крос312М у другий рік.

Таблиця 2. Параметри варіювання врожайності зерна тесткросів кукурудзи

Тестер	Параметри					
	Середнє, $x \pm t_{s(x)}$		Коефіцієнт варіації, V%		Lim (min-max)	
	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.
Крос364М	8,35±0,10	7,71±0,12	6,31	7,93	7,11÷9,71	5,68÷8,86
Крос255М	8,35±0,10	7,71±0,12	6,38	7,96	7,08÷9,68	5,67÷8,85
Крос312М	8,35±0,10	7,71±0,12	6,28	7,94	7,06÷9,65	5,66÷8,88
ДК777М×ДК3751	8,35±0,10	7,71±0,12	6,34	7,93	7,00÷9,75	5,69÷8,84

Нами не виявлено відмінностей між середніми показниками тестерів. Це пояснюється значним впливом вихідних компонентів сімей S₄–S₅ на врожайність зерна тестерних гібридів, а також генетичною спорідненістю набору тестерів та їхньою майже однаковою тривалістю вегетаційного періоду (у межах ФАО 250-350). Коефіцієнт впливу батьківського компонента сімей S₄–S₅ у 2019 р. склав 0,530, а у 2020 р. – 0,860.

Однак, параметри варіювання вологості

зерна під час збирання тесткросів кукурудзи виявились більш різноманітними порівняно з параметрами урожайності зерна (табл. 3). Не дивлячись на близькі показники за роками досліджень, виявлено тестер Крос312М з найменшими значеннями як вологості зерна (15,6 %) за абсолютним показником у середньому за роки випробування, так і за коефіцієнтом варіації – 2,16 і 2,07 %, відповідно за 2019 і 2020 рр.

При оцінюванні за ознакою «вологість

Таблиця 3. Параметри варіювання вологості зерна під час збирання у тесткросів сімей S₄–S₅ плазми BSSS

Тестер	Параметри					
	Середнє, $x \pm t_{s(x)}$		Коефіцієнт варіації, V%		Lim (min-max)	
	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.
Крос 364М	16,0±0,11	16,0±0,10	3,57	3,18	14,8÷17,7	13,0÷17,2
Крос 255М	15,5±0,08	15,9±0,06	2,67	2,03	14,8÷16,7	15,3÷16,8
Крос 312М	15,3±0,07	15,9±0,07	2,16	2,07	14,5÷16,7	15,1÷16,7
ДК777М×ДК3751	15,6±0,09	16,1±0,08	2,94	2,53	14,2÷17,0	15,3÷17,2

зерна» під час збирання виділено тестер Крос364М, який мав найбільший коефіцієнт варіювання у роки досліджень 3,57 і 3,18 % відповідно у 2019 і 2020 рр. Гібриди, отримані на його основі, характеризувались найвищою вологістю зерна у середньому 16,0 %. Проте, враховуючи ефект маскування тестерів, слід зазначити відсутність чіткого оцінювання за ознаками «врожайність зерна» і «вологість зерна». Отже, зазначений набір тестерів характеризувався однаковою здатністю, як аналізаторів комбінаційної здатності стосовно врожайності зерна. У такому разі важко визначити специфічні гетерозисні моделі гібридів кукурудзи для даного набору селекційного матеріалу.

Оцінка загальної комбінаційної здатності стосовно врожайності зерна сімей S₄–S₅ дозволила визначити їхню реакцію на умови року (табл. 4).

Серед 20 кращих зразків за комбінаційною здатністю до першого класу за значен-

нями ЗКЗ віднесено тільки сім зразків – ДК2439⁵³²³; ДК2432⁵²²¹; ДК2439⁴¹¹²²; ДК2439⁴¹¹³¹¹; ДК2443¹¹¹¹; ДК2439⁵³¹¹; ДК2439⁵³²¹, які не змінювали клас значень ЗКЗ у роки досліджень і були віднесені до пластичного типу за реакцією на зміну умов вирощування. До другого класу віднесені 12 сімей у сприятливому 2019 р., і 1 сім'я – у 2020 р. Тобто, відповідні генотипи характеризувались гомеостатичним і інтенсивним типом реакції на зміну умов вирощування. Перші три кращі сім'ї мали середні ефекти загальної комбінаційної здатності у сприятливий 2019 р. (0,05–0,11 т/га) та високі – у стресовий 2020 р. (1,04–1,15 т/га). Сім'ю ДК2432⁵³¹² можна віднести до генотипів інтенсивного типу, що проявлялось низькою ЗКЗ у стресовий 2020 р. (0,04 т/га) і високою – у сприятливий 2019 р. (0,58 т/га). Загалом, до 20 найкращих увійшли сім'ї з індексами ДК2439 – 10 сімей, ДК2443 – 5, ДК2432 – 2, ДК2422 – 2 та ДК2440 – 1. Вихідні лінії мали

показники гірші ніж відібрані нові генотипи, і відносились до 2 і 3 класів значень ЗКЗ.

Таблиця 4. Загальна комбінаційна здатність (ЗКЗ) і класи значень ЗКЗ за врожайністю зерна кращих сімей S_4 – S_5 , т/га

Самозапилені лінії	Ефекти ЗКЗ			Класи значень ЗКЗ		
	2019 р.	2020 р.	середнє	2019 р.	2020 р.	середнє
ДК2439 ₄₁₁₃₂	0,11	1,15	0,63	2	1	1
ДК2440 ₂₂₁₃₂	0,10	1,10	0,60	2	1	1
ДК2439 ₁₃₂₁	0,05	1,04	0,55	2	1	1
ДК2439 ₅₃₂₃	0,37	0,70	0,54	1	1	1
ДК2432 ₅₂₂₁	0,19	0,87	0,53	1	1	1
ДК2439 ₁₃₁₁	0,01	1,03	0,52	2	1	1
ДК2443 ₁₂₁₂	0,06	0,95	0,51	2	1	1
ДК2439 ₃₂₁₁	0,12	0,87	0,49	2	1	1
ДК2439 ₄₁₁₂₂	0,24	0,71	0,48	1	1	1
ДК2443 ₃₂₁₁	-0,15	1,04	0,44	2	1	1
ДК2322 ₁₂₁₁	-0,16	1,04	0,44	2	1	1
ДК2322 ₃₁₁₃	-0,10	0,92	0,41	2	1	1
ДК2443 ₄₂₁₁	0,08	0,67	0,38	2	1	1
ДК2439 ₄₁₁₃₁	0,49	0,21	0,35	1	1	1
ДК2443 ₁₁₁₁	0,33	0,32	0,32	1	1	1
ДК2439 ₄₁₂₂	0,00	0,64	0,32	2	1	1
ДК2443 ₁₃₁₁	0,14	0,50	0,32	2	1	1
ДК2439 ₅₃₁₁	0,35	0,29	0,32	1	1	1
ДК2432 ₅₃₁₂	0,58	0,04	0,31	1	2	1
ДК2439 ₅₃₂₁	0,29	0,28	0,28	1	1	1
ДК239МВ	-0,16	-0,26	-0,21	2	3	3
ДК2323МВ	-0,22	-1,02	-0,62	3	3	3
ДК2441МВ	-0,10	0,03	-0,04	2	2	2
ДК2442МВ	-0,02	0,07	0,02	2	2	2
НІР _{0,05}	0,16	0,16	0,16	-	-	-

Примітка. ст. – вихідні лінії

Аналіз розподілу груп сімей ліній кукурудзи за класами ЗКЗ виявив, що у сприятливий 2019 р. більша частина їх була віднесена до другого класу (47,9 %), тоді як у 2020 р. – до першого (45,7%) (табл. 5). Загалом більш стресовий 2020 р. краще диференціював дослідну вибірку сімей, що дозволило виділити вихідний матеріал стійкий до посушливих літніх умов. Найбільша частота генотипів, які віднесені до першого класу у 2019 р. була відзначена серед груп з індексом ДК2439, ДК2443 та ДК2440. Відповідна тенденція залишилась і у 2020 р., але також збільшилась кількість таких сімей в інших групах. Найменш перспективними були зразки із групи з індексом ДК2324.

За результатами досліджень виділено 25 тесткросів кукурудзи, які у середньому, мали кращі показники врожайності зерна за гібриди-стандарти ДН Корунд (на 0,37–0,53 т/га) і ДК Бурштин (на 0,33–0,49 т/га) (табл. 6).

Найвищу врожайність мали гібриди, отримані на основі тестерів Крос255М та Крос312М, утім серед 25 найкращих гібридів частота материнського компонента була однаковою 6, і тільки Крос364М представлений 7 комбінаціями Серед досліджуваних 6 груп ліній до переліку кращих увійшли ДК2439, ДК2440 і ДК2432 при використанні яких було отримано відповідно 13, 4 і 8 гібридів, які достовірно перевищували стандарти. Дані щодо вологості зерна під час збирання були близькими і не мали достовірних відмінностей. Подальші дослідження дозволили отримати гомозиготні лінії, як і увійшли до складу перспективних і передані на кваліфікаційну експертизу до Українського інституту експертизи сортів рослин (УІЕСР) середньоранніх і середньостиглих гібридів кукурудзи у 2023 і 2024 рр. Найбільш продуктивною у цьому сенсі була комбінація ДК2442МВ×ДК239-6 (індекс групи ДК2439),

при самозапилені якої виділені лінії ДБ Ясіня, Мотив, ДУ Узір'я, Лілея). ДК2439 і ДК4239, що увійшли до складу 7 Вказані лінії також проходять реєстрацію в гібридів (ДХ Калюс, Гріч 2360, Сунки, УІЕСР).

Таблиця 5. Розподіл груп сімей ліній кукурудзи похідних від ДК2442МВ за класами ЗКЗ

Групи ліній	Кількість сімей, шт.	Розподіл сімей за класами ЗКЗ, %					
		2019 р.			2020 р.		
		1	2	3	1	2	3
ДК2443	17	6,4	8,5	3,2	7,4	3,2	7,4
ДК2439	32	11,7	16,0	6,4	19,1	4,3	10,6
ДК2432	14	3,2	6,4	5,3	5,3	5,3	4,3
ДК2440	9	5,3	4,3	-	6,4	3,2	-
ДК2324	8	-	6,4	2,1	2,1	4,3	2,1
ДК2322	14	1,1	6,4	7,4	5,3	2,1	7,4
Загалом	94	27,7	47,9	24,5	45,7	22,3	31,9

Таблиця 6. Крайні гібридні комбінації отримані на базі ліній споріднених з ДК2442МВ

Гібриди	Урожайність зерна, т/га			Вологість зерна під час збирання, %		
	2019 р.	2020 р.	середнє	2019 р.	2020 р.	середнє
Крос364М×ДК2439 ₅₃₂₃	9,15	8,40	8,78	15,5	16,0	15,8
Крос312М×ДК2439 ₅₃₂₃	9,07	8,43	8,75	15,5	16,1	15,8
Крос255М×ДК2439 ₅₃₂₃	9,08	8,41	8,74	15,7	15,8	15,8
Крос255М×ДК2439 ₄₁₁₃₂	8,63	8,85	8,74	15,3	15,8	15,6
(ДК 777М × МС3751)×ДК2439 ₅₃₂₃	9,09	8,38	8,74	16,0	16,1	16,1
Крос312М×ДК2439 ₄₁₁₃₂	8,58	8,88	8,73	15,1	15,7	15,4
Крос312М×ДК2440 ₂₂₁₃₂	8,61	8,78	8,69	15,0	16,4	15,7
Крос255М×ДК2440 ₂₂₁₃₂	8,59	8,79	8,69	15,3	15,7	15,5
Крос312М×ДК2432 ₅₂₂₁	8,77	8,60	8,68	15,2	16,4	15,8
Крос364М×ДК2439 ₄₁₁₃₂	8,51	8,86	8,68	15,4	15,6	15,5
(ДК 777М × МС3751)×ДК2439 ₄₁₁₃₂	8,53	8,83	8,68	15,8	16,0	15,9
(ДК 777М × МС3751)×ДК2440 ₂₂₁₃₂	8,52	8,84	8,68	15,4	16,5	16,0
Крос364М×ДК2432 ₅₂₂₁	8,73	8,59	8,66	15,8	16,4	16,1
Крос364М×ДК2440 ₂₂₁₃₂	8,50	8,82	8,66	15,6	15,9	15,8
Крос255М×ДК2432 ₅₃₁₂	9,57	7,75	8,66	16,0	15,9	16,0
(ДК 777М × МС3751)×ДК2439 ₄₁₁₂₂	8,87	8,44	8,65	15,4	15,8	15,6
Крос255М×ДК2439 ₄₁₁₃₁₁	9,37	7,92	8,65	16,7	16,5	16,6
Крос255М×ДК2432 ₅₂₂₁	8,72	8,56	8,64	14,8	15,9	15,3
Крос364М×ДК2432 ₅₃₁₂	9,54	7,73	8,64	16,4	16,0	16,2
(ДК 777М × МС3751)×ДК2432 ₅₃₁₂	9,52	7,76	8,64	15,0	16,1	15,6
Крос312М×ДК2439 ₄₁₁₃₁₁	9,32	7,95	8,63	15,1	15,5	15,3
Крос364М×ДК2439 ₄₁₁₂₂	8,83	8,43	8,63	16,3	15,9	16,1
(ДК 777М × МС3751)×ДК2432 ₅₂₂₁	8,68	8,58	8,63	15,0	15,4	15,2
Крос312М×ДК2432 ₅₃₁₂	9,46	7,77	8,62	15,0	15,5	15,3
Крос364М×ДК2439 ₁₃₂₁	8,50	8,73	8,62	15,6	16,3	16,0
ДН Корунд ст.	8,12	8,38	8,25	15,8	15,6	15,7
ДК Бурштин ст.	8,30	8,27	8,29	15,7	15,7	15,7
НІР _{0,05}	0,18	0,16	-	0,3	0,4	-

Примітка. ст. – гібриди-стандарти.

Сформований генетичний пул гетерозисної моделі Айодент×BSSS/Ланкастер використаний також у гібридах ДК Велес, ДК Бурштин, Фаєт та ДС Сула біологічних груп

ФАО 250–350. На базі кращих з них закладено нові цикли селекції вихідного матеріалу зародкової плазми BSSS з метою отримання скоростиглих ліній, стійких до посухи, жару

та холоду, з високою комбінаційною здатністю за ознакою «врожайність зерна».

Висновки. Погодні умови 2019 і 2020 рр. дозволили отримати порівняно високий рівень врожайності зерна гібридів (відповідно $8,35 \pm 0,05$ і $7,71 \pm 0,06$ т/га). Це дозволило конкретно оцінити вихідний матеріал за комплексом селекційних показників. Завершення вегетації гібридів кукурудзи у серпні і вересні відбувалось за гострого дефіциту опадів, що нівелювало різницю у вологості зерна під час збирання. Відсутність диференціації за цим показником може бути зумовлена й генетичною звуженістю вихідного матеріалу. Залучені до топкросної схеми схрещувань чотири тестери виявили дуже близькі характеристики в оцінюванні сімей ліній за комбінаційною здатністю стосовно ознаки «врожайність зерна». Коефіцієнт впливу чоловічого компонента тесткросів у 2019 р. склав 0,530, а у 2020 р. – 0,860.

За результатами досліджень виділені самозапилені сім'ї кукурудзи, що характеризувались високими оцінками ефектів комбінаційної здатності стосовно ознаки «врожайність зерна»: ДК2439⁵³²³ (0,54 т/га);

ДК2432⁵²²¹ (0,53 т/га); ДК2439⁴¹¹²² (0,48 т/га); ДК2439⁴¹¹³¹¹ (0,35 т/га); ДК2443¹¹¹¹ (0,32 т/га); ДК2439⁵³¹¹ (0,32 т/га); ДК2439⁵³²¹ (0,28 т/га). На підставі дослідження 94 сімей S₄–S₅ (плазма BSSS) виділено в кожній із груп споріднених з лінією ДК2442МВ кращі сім'ї за рівнем оцінок ЗКЗ відносно ознаки «врожайність зерна» відповідно до індексів: ДК2439 – 10 сімей, ДК2443 – 5, ДК2432 – 2, ДК2422 – 2 та ДК2440 – 1. Вони значно перевищували за оцінками ЗКЗ вихідні форми ДК2442МВ, ДК239МВ і ДК2323МВ. Визначено, що група з індексом ДК2439 забезпечувала найбільшу кількість (8) сімей з високою ЗКЗ за врожайністю зерна. Вони, під назвами ДК2439МВ і ДК4239МВ, стали батьківськими компонентами семи перспективних гібридів кукурудзи, що були передані на кваліфікаційну експертизу. Подальший розвиток гетерозисної моделі Айодент×BSSS/Ланкастер біологічних груп ФАО 250–350 дозволить синтезувати високоадаптивні гібриди кукурудзи з високим потенціалом врожайності зерна на новій гетерозисній моделі.

Використана література

1. Global dependence on Corn Belt Dent maize germplasm: Challenges and opportunities / J. S. Smith, W. Trevisan, A. McCunn, W. E. Huffman / Crop Science. 2022; Vol. 62. P. 2039–2066. DOI: 10.1002/csc2.20802
2. Черчель В. Ю., Стасів О. Ф. Філософія української селекції кукурудзи. Агробізнес сьогодні. грудень 2020. №23 (438). С. 30–34.
3. Troyer A. F. Breeding early corn. In Specialty corns. Ed. by A.R. Hallauer. CBS Pres, Boca Raton, 1994. P. 341–396.
4. Troyer A. F. Temperate corn – Background, behavior and breeding / ed. A. R. Hallauer. Specialty corns. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2000. P. 393–466.
5. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Сучасна зародкова плазма в програмі з селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН. Селекція і насінництво. Харків, 2002. № 86. С. 11–19.
6. Дзюбецький Б. В., Антонюк С. П., Федько М. М. Сучасний тип трьохлінійного гібрида кукурудзи. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 96. С. 121–128.
7. Мустяца С. И. Зародышевая плазма для создания и улучшения раннеспелых линий. *Кукуруза и сорго*. 1995. № 1. С. 2–5.
8. Черчель В. Ю., Купар Ю. Ю., Таганцова М. М., Стасів О. Ф. Результати дивергенції скоростиглого вихідного матеріалу кукурудзи звичайної у гетерозисній селекції. *Plant Varieties Studying and Protection: науково-практичний журнал*. Київ, 2020. Т. 16. № 4. С. 378–386. DOI: 10.21498/2518-1017.16.4.2020.224055.
9. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця, 2016. Вип. 1. 1090с. (с.362).
10. Державний Реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2025 рік (станом 02.04.2025). Київ, 2025. [Електронний ресурс] режим доступу <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyster-sortiv-roslin>
11. Дзюбецький Б. В. Селекція кукурудзи. *Спеціальна селекція польових культур*: навч. посібн. / за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква: Білоцерківський національний аграрний університет, 2010. Т 6. С. 120–146.
12. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Зернові, круп'яні та зернобобові. Київ, 2001. С. 4–65.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є. М. Лебідь та ін.; Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ. 2008. 27 с.
15. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистика для біологів: підручник. Харків: Видавництво «НТМТ», 2014. 331 с.
16. Вольф В. Г., Литун П. П. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изуче-

нию комбинационной способности. Украинский научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики им. В. Я. Юрьева. Харьков, 1980. 76 с.

17. Турбин Н. В., Хотылёва Л. В., Тарутина Л. А. Сравнительная оценка методов анализа комбинацион-

ной способности у растений. *Генетика*. 1966. Т. 2, № 8. С. 8–18.

18. Дремлюк Г. К., Герасименко В. Ф. Приёмы анализа комбинационной способности ЭВМ-программы для нерегулярных скрещиваний. Москва: Агропромиздат, 1991. СГИ УААН, 1992. 144 с.

References

1. Smith, J. S., Trevisan, W., McCunn, A., Huffman, W. E. (2022). Global dependence on Corn Belt Dent maize germplasm: Challenges and opportunities. *Crop Science*, 62, 2039–2066. DOI: 10.1002/csc2.20802
2. Cherchel, V. Yu., Stasiv, O. F. (2020). The philosophy of Ukrainian corn breeding. *Ahrobiznes siodni* [Agribusiness today], 23 (438), 30–34. [in Ukrainian].
3. Troyer, A.F. (1994). Breeding early corn. In Specialty corns. Ed. by A.R. Hallauer. CBS Pres, Boca Raton. P. 341–396.
4. Troyer, A. F. Temperate corn – Background, behavior, and breeding (2000). ed. A. R. Haullauer. *Specialty corns*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL. P. 393–466.
5. Dziubetskyi, B. V., Cherchel, V. Yu. (2002) Modern germplasm in the corn breeding program at the Institute of Grain Farm of the UAAS. *Selektsiia i nasinnnytstvo* [Breeding and seed production], 86, 11–19. [in Ukrainian].
6. Dziubetskyi, B. V., Antoniuk, S. P., Fedko, M. M. (2008). A modern type of three-line corn hybrid. *Selektsiia i nasinnnytstvo* [Breeding and seed production], 96, 121–128. [in Ukrainian].
7. Mustyatsa, S. I. (1995). Germplasm for the creation and improvement of early maturing lines. *Kukuruzna i sorho* [Corn and sorghum]. 1, 2–5. [in Russian].
8. Cherchel, V. Yu., Kupar, Yu. Yu., Tagantsova, M. M., Stasiv, O. F. (2020). Results of divergence of early maturing common corn starting material in heterosis breeding. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16 (4), 378–386. DOI: 10.21498/2518-1017.16.4.2020.224055. [in Ukrainian].
9. Okhorona prav na sorty roslyn: Biuletyn [Protection of Plant Variety Rights: Bulletin]. (2016). State Veterinary and Phytosanitary Service of Ukraine, Ukrainian Institute of Plant Variety Examination. Vinnytsia. 1. 1090 p. (P. 362). [in Ukrainian].
10. Derzhavnyi Reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini na 2025 rik (stanom 02.04.2025) [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2025 (as of 02.04.2025)] (2025). Kyiv. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslyn> [in Ukrainian].
11. Dziubetskyi, B. V. (2010). Selektsiia kukurudzy. *Spetsialna selektsiia polovykh kultur: navch. posibn.* [Corn breeding. Special breeding of field crops: a teaching manual]. Ed. by M. Ya. Molotsky. Bila Tserkva. Vol. 6. P. 120–146. [in Ukrainian].
12. *Metodolohiia derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Zernovi, krupiani ta bobovi kultury* [Methodology of state variety testing of agricultural crops. Cereals, grains and legumes]. (2001). Kyiv. P. 4–65. [in Ukrainian].
13. Dospiehov, B. A. (1985). *Mietodika polievoho opyta (s osnovami statistichieskoi obrabotki riezultatov isliedovaniu)* [Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results] (5th ed., rev.). Moscow: Ahropromizdat. [in Russian].
14. *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu* [Methodology for conducting field experiments with corn]. (2008). Lebid, E. M. et al. Institute of Grain Farm of the Ukrainian Academy of sciences. Dnipropetrovsk. 27 p. [in Ukrainian].
15. Atramentova, L. O., Utevska, O. M. *Statystyka dlia biolohiv: pidruchnyk* [Statistics for biologists: a textbook]. (2014). Kharkiv: Publishing House "NTMT". 331 p. [in Ukrainian].
16. Wolf, V. G., Lytun, P. P. (1980). *Metodycheskye rekomendatsyi po pryimeneniyu matematycheskykh metodov dlya analiza eksperimentalnykh dannykh po izucheniyu kombynatsyonnoy sposobnosti* [Methodological recommendations for the application of mathematical methods for the analysis of experimental data for the study of combinatorial ability]. Ukrainian Research Institute of Plant Breeding, Breeding and Genetics n. af. V. Ya. Yuryeva. Kharkov. 76 p. [in Russian].
17. Turbin, N. V., Khotyleva, L.V., Tarutina, L. A. (1966). Comparative evaluation of methods for analyzing the combining abilities of plants. *Henetyka* [Genetics], 2 (8), 8–18. [in Russian].
18. Dremluk, G. K., Gerasimenko, V. F. (1991). *Pryemi analiza kombynatsyonnoi sposobnosti EVM-programms dlia nerehuliarnikh skreshchyvaniy* [Methods of analysis of the combining ability of a computer program for irregular crosses]. Moscow: Agropromizdat (1991). SGI UAAS (1992). 144 p.

UDC 633.15:631.522/.524

Cherchel, V. Yu., Kruhlova, M.O. Breeding characteristics of maize families S_4 – S_5 developed on the basis of the original line DK2442MV. *Grain Crops*. 2025. 9 (1). 5–13.

State Enterprise Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine (SE IGC NAAS), 14 Volodymyr Vernadskyi St., Dnipro, 49009, Ukraine

Topicality. The high efficiency of Stiff Stalk Synthetic (BSSS) germplasm in the breeding programmes of the world's leading companies has led to the need for wider involvement in the work of Ukrainian breeding companies. However, the distribution of this source material is constrained by a number of factors: late maturity, poor heat and drought resistance, and poor breeding adaptation to the conditions of

Ukraine. One of the methods of improving the BSSS germplasm in domestic breeding is crossing their lines with lines of other germplasm adapted to Ukrainian conditions, in particular, Lancaster germplasm. **Purpose.** The study was aimed to investigate the combining ability in terms of grain yield of families S₄–S₅ developed on the basis of maize line DK2442MV of BSSS plasm. **Materials and Methods.** The research was carried out in a special three-field crop rotation of the SE IGC NAAS during 2019–2020. For the assessment of combining ability in terms of grain yield of self-pollinated maize families, 94 families S₄–S₅ and 4 original lines were used. The experiment was conducted according to a topcross scheme of crosses based on 4 testers of alternative plasms in terms of the degree of heterosis. **Results.** Comparatively favourable weather conditions allowed us to obtain a high level of grain yield of maize hybrids at 8.35±0.05 t/ha in 2019 and 7.71±0.06 t/ha in 2020 and to create a good background for the selection of self-pollinated families in terms of combining ability. According to the analysis of self-pollinated families, the samples DK2439⁵³²³; DK2432⁵²²¹; DK2439⁴¹¹²²; DK2439⁴¹¹³¹¹; DK2443¹¹¹¹; DK2439⁵³¹¹; DK2439⁵³²¹ were classified as the first class of GCA by grain yield and showed plasticity to different conditions of the years of study. In general, the top 20 included families with indices DK2439 (10), DK2443 (5), DK 2432 (2), DK 2422 (2) and DK2440 (1). We identified hybrids that exceeded the grain yield of the standard hybrids DN Korund (by 0.37–0.53 t/ha) and DK Burshtyn (by 0.33–0.49 t/ha). **Conclusions.** The study identified self-pollinated maize families that showed high values of combining ability effects in terms of grain yield and their distribution by the type of response to changes in growing conditions. The most productive families in terms of high GCA were the families with the DK2439 index, of which 2 lines DK2439MV and DK4239MV were submitted for qualification examination. They became components of seven promising maize hybrids.

Key words: *maize, self-pollinated families, hybrid, topcross, combining ability, grain yield, grain moisture content.*