

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДВІЙНО-ГАПЛОЇДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ПЛАЗМИ ЛАНКАСТЕР ЗА ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

В. В. Костенко

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49009, Україна

Актуальність. Сучасна селекція кукурудзи спрямована на інтенсифікацію процесів створення нових гібридів з покращеними господарсько-цінними ознаками. Одним з інноваційних методів є отримання подвійних гаплоїдних ліній, що дозволяє скоротити час отримання гомозиготного матеріалу до 1–2 сезонів замість 6–7 років традиційного інбридингу. Однак окремі елементи цього методу для підвищення його ефективності потребують удосконалення. **Мета.** Дослідження спрямоване на оцінку подвійних гаплоїдів кукурудзи плазми Ланкастер, споріднених з лінією ДК6356 ЗСЗМ, за морфологічними ознаками, продуктивністю та комбінаційною здатністю щодо врожайності зерна та добору перспективних подвійно-гаплоїдних ліній для синтезу скоростиглих високоврожайних гібридів, придатних для поширення в Україні. **Матеріали і методи.** Дослідження проводили у 2023–2025 рр. на дослідному полі ДУ Інститут зернових культур НААН в умовах північного Степу України. Оцінку 20 подвійно-гаплоїдних ліній здійснювали за тривалістю періоду сходи – цвітіння качанів, висотою рослин, висотою прикріплення продуктивного качана, загальною комбінаційною здатністю відносно врожайності зерна на 75 тесткросах. Оцінювання проводили на контрольному і селекційному розсадниках за загальноприйнятими схемами організації досліджень. **Результати.** Встановлено значну варіативність морфологічних і біологічних характеристик подвійно-гаплоїдних ліній. Виділені подвійні гаплоїди, які цвіли у середньому раніше вихідної ДК6356 ЗСЗМ на 5–6 діб: ДКД 23-57, ДКД 23-61, ДКД 23-65, ДКД 23-66, ДКД 23-72. Відмічені зразки які мали висоту рослин більшу за стандарт на 15 см: ДКД 23-57, ДКД 23-58, ДКД 23-59, ДКД 23-60 та висоту прикріплення качана 60 см і вище: ДКД 23-65, ДКД 23-63, ДКД 23-75. Виділені зразки зі стабільно високими ефектами загальної комбінаційної здатності ДКД 23-60 та ДКД 23-61. Гібриди, які створені з використанням цих подвійних гаплоїдів, перевершили стандарт ДБ Хотин за врожайністю зерна на 0,32–0,79 т/га. **Висновки.** Визначені перспективні подвійно-гаплоїдні лінії (ДКД 23-60, ДКД 23-61, ДКД 23-57, ДКД 23-59), з високою комбінаційною здатністю за врожайністю зерна і можуть бути включені у селекційні програми для створення гібридів адаптованих до посушливих умов північного Степу України.

Ключові слова: кукурудза, подвійний гаплоїд, гібрид, урожайність зерна, комбінаційна здатність, морфобіологічні ознаки.

Вступ. Історія селекційних змін генетичного різноманіття кукурудзи, починаючи з предкових форм, віддзеркалює не лише привілеї науковця, творчий почерк чи данину модному тренду, а демонструє пріоритетні критерії сформованого пулу під впливом різних природних факторів селективного середовища, які постійно зазнають змін [1].

Адаптація скоростиглого вихідного матеріалу до умов Степу в ДУ ІЗК НААН відбувалась завдяки використанню схеми схрещувань ранньостиглих ліній на середньопізні більш пристосовані до стресових умов викликаних посухою і спекою [2–4]. Зазвичай

відповідні програми базуються на залученні зубоподібних пізніх і кременистих ранніх зразків [5]. Утім, більш доцільно використовувати гетерозисні моделі скоростиглих гібридів на базі виключно або значної частки зубоподібних генотипів без залучення кременистих форм, які часто несуть низку негативних ознак [6, 7]. Слід зазначити, що не зважаючи на успішні результати з отримання таких гібридів, у вітчизняному виробництві вони не знайшли широкого використання, в основному, через проблеми в насінництві. Проте у іноземних компаній відповідні схеми стали звичайним явищем і першим, найбільш

Надійшла: 11.03.2026

Прийнята: 20.04.2026

Опублікована: 26.05.2026

Інформація про автора:

Костенко Владислав Віталійович, аспірант, молод. наук. співробітник, лаб. селекції кукурудзи скоростиглих гібридів, <https://orcid.org/0009-0005-3863-3334>



поширеним гібридом, був Дея, створений шляхом схрещування середньопізньої лінії Р165 з ранньостиглою F2 [5, 8–11].

Утім, подібні схеми схрещувань стали широко використовуватись при створенні нових ліній [3, 4, 9]. Селекціонерами ДУ ІЗК НААН виявлено, що добір на ранньостиглість був найбільш ефективним при залученні вихідного матеріалу середньопізньої плазми Ланкастер (А619, ДК66, ДК427, та ДК633) та ранньостиглого (F2, См7, ДК266, ДК959), що дозволило створити низку ліній, які стали батьківськими компонентами комерційних гібридів (ДК366зС, зМ; ДК2/427зС; ДК267МВ; ДК633/266зС, зМ; ДК296 зС, зМ; ДК6356 ЗСЗМ, тощо), з різною часткою геному плазми Ланкастер.

Сучасний родовід інбредних ліній зародкової плазми Ланкастер розділений на дві підгрупи: С 103 (Мо17) та Oh 43 (А619). Ще нещодавно, популярною була підгрупа Oh 43. Вона була присутня в усіх біологічних групах стиглості і, в середньому, мала частку в загальному матеріалі конкурсного випробування ДУ ІЗК НААН 4,5–21,5 % [12]. Слід підкреслити, що у ранньостиглій групі використання ліній Ланкастер було тривале і стійке з коливаннями від 3,1 % до 6,5 %, хоча і не пріоритетне [13].

Спочатку основним компонентом виступала лінія ДК66 (10,3 % у 1995 р.), яка одержана на базі гібрида від схрещування лінії А619 з неспорідненим матеріалом і до плазми Ланкастер відноситься умовно [14, 15]. Потім її замінила лінія ДК 366зС, зМ (в апогеї частота використання її в гібридах конкурсного випробування сягала 43,1 %). Вона була віднесена до змішаної плазми, проте умовно її також можна віднести до зародкової плазми Ланкастер [15, 16]. У подальшому ці зразки стали вихідним матеріалом для синтезу ліній нового циклу: ДК2663МВ; ДК2966 ЗСЗМ; ДК296зС, зМ; ДК29653СЗМ; ДК6356 ЗСЗМ, які вже включені до складу перспективних та зареєстрованих гібридів кукурудзи: ДН Хортиця, ДН Деметра, ДН Меотида, ДН Астра, ДН Тала, ДН Аким, ДН Тікач, Мелодія.

Поступово створюється нова гілка у родоводі зародкової плазми Ланкастер, спеціально адаптованої до умов України. Аналіз генетичних дистанцій виявив значне від-

хилення нових зразків від основних предкових форм А619 та Мо17 задіяних у родоводах ліній [13].

Сьогодні більша частина робочої колекції ДУ ІЗК НААН створена на базі плазми Ланкастер (Мо17), відповідне різноманіття представлено різними зразками за швидкістю від ФАО 180 до ФАО 450 [17]. До умовно споріднених із Мо17 віднесені лінії (індекси генетичних дистанцій): ДК633/266зС, зМ (0,255), ДК296 зС, зМ (0,277), ДК298зС, зМ (0,307), ДК2966 ЗСЗМ (0,255), ДК29653СЗМ (0,217), ДК3023 ЗСЗМ (0,215), ДК2663МВ (0,269), ДК6356 ЗСЗМ (0,291).

Слід зазначити, що саме вихідний матеріал плазми Ланкастер (Мо17) з 2000 р. став основою при дослідженні методу гаплоїдії в ДУ ІЗК НААН [18, 19]. Перші подвійні гаплоїди, що створені на основі вихідного матеріалу плазми Ланкастер (ДК8141МВ, ДК3023 ЗСЗМ, ДКД3023МВ, ДК3074МВ), зареєстровані як батьківські компоненти в гібридах ДН Аджамка, ДН Булат, ДН Ейрена, ДН Случ [20].

При вирішенні питання доцільності залучення селекційного матеріалу різних генерацій інбридингу в програми з отримання гаплоїдів поряд з формами F₁ та F₂ важливо використовувати самозапилені сім'ї різних генерацій, особливо після первинної їх оцінки за фенотипом і комбінаційною здатністю в S₂-S₄, а також S₆-S₇ для елімінації остаточної гетерозиготності [13]. Зокрема, ранньостигла інбредна лінія ДК6356 ЗСЗМ, що створена на базі середньопізньої лінії ДК633 (Мо17) і раннього зубоподібного матеріалу польського походження (Ланкастер), використовується, як батьківський компонент у ранньостиглих гібридах ДН Аким, ДН Тікач, Мелодія, але має вади щодо остаточної гетерозиготності. У селекційній програмі ДУ ІЗК НААН зустрічаються такі лінії, які важко довести до стабільного гомозиготного стану. До таких ліній відносяться навіть широко поширені у виробництві ДК272 зС та ДК281СВ. Для запобігання проблем із засміченням у наступних генераціях важливо використовувати матрокліну гаплоїдію з метою елімінації гетерозиготності та створенням сестринських варіантів вихідної лінії для запобігання втрати виявлених високогетерозисних комбінацій.

Мета дослідження. Оцінка подвійних гаплоїдів кукурудзи плазми Ланкастер споріднених з лінією ДК6356 ЗСЗМ за морфологічними ознаками, комбінаційною здатністю за врожайністю зерна та продуктивністю у гетерозисній селекції. Виявлення перспективних подвійно-гаплоїдних ліній для синтезу скоростиглих високоврожайних гібридів, придатних для поширення в Україні.

Матеріали та методи. Основні дослідження проведені в спеціальних селекційних сівозмінах на експериментальній базі Державної установи Інститут зернових культур НААН. Селекційний розсадник розміщували у двопільній сівозміні «ярий ячмінь – кукурудза». Товщина гумусового горизонту становить 40 см, а вміст гумусу в орному шарі за полями і роками коливався від 4,08 до 4,45%, а у селекційному – 3,2–3,3 %. За багаторічними даними Дніпропетровського регіонального ЦГМ, середня річна температура повітря Дніпровського району 9,5 °С. Кількість опадів за рік коливається в межах 490–530 мм а тривалість безморозного періоду – 165–170 діб.

Аналіз погодних умов за 2023–2025 рр. охоплює вегетаційний період кукурудзи в підзоні південного Степу України з квітня по вересень, виходячи з інтервалу від сівби до збирання цієї культури. Оптимальні строки сівби для кукурудзи у цьому регіоні третя декада квітня – перша травня. Зокрема, сівба селекційного розсадника здійснювалась 07.05.2023 р., 29.04.2024 р. та 08.05.2025 р. Розмір ділянок становив 4,9 м². Контрольний розсадник висівали 09.05.2024 р. та 14.05.2025 р., збирання проводили 10.09.2024 р. та 20.09.2025 р. Розмір ділянок в контрольному розсаднику становив 9,8 м², повторність – трикратна. Середня температура повітря у роки досліджень за вегетаційний період була вища за середньо багаторічні дані на 0,9; 3,2; 0,9 °С, відповідно, при середній багаторічній – 18,0 °С. Утім, кількість опадів була меншою на 40,6; 175,2 та 165,5 мм за середню багаторічну (288 мм). Тобто, можна констатувати, що роки досліджень були посушливі і спекотні зі значним недобором опадів, але 2023 і 2024 рр., завдяки сприятливому їх розподілу виявились достатньо продуктивними, в конкурсному випробуванні врожайність зерна становила в середньому 8,86 і 6,00 т/га,

відповідно. Проте, 2025 р. характеризувався як екстремально посушливий, а середня врожайність конкурсного випробування була найменша за всю історію спостережень – 1,50 т/га.

Агротехнічні заходи проводили згідно загальноприйнятої методики [21]. Догляд за посівами включав досходове боронування та міжрядну культивування, застосовували ґрунтовий гербіцид Загрей (4,5 л/га). Густина стояння рослин кукурудзи у селекційному розсаднику складала 50, а у контрольному – 60 тис. рослин на га. Спостереження проводили на 10 рослинах з кожної ділянки. Вимірювали висоту рослин, висоту прикріплення качана, відмічали дату появи сходів, цвітіння волоті та качана.

Первинним вихідним матеріалом для проведення досліджень були 20 подвійно гаплоїдних ліній кукурудзи, створених в ДУ Інститут зернових культур НААН на базі ліній плазми Ланкастер ДК6356 ЗСЗМ та ДК2966 ЗСЗМ, також залучений споріднений матеріал ДК6372 ЗСЗМ і РНК76. Маркування гаплоіндуктором, попередньо відібраних зразків, проводили після інбридингу у S₂, S₃, S₄. Отримані подвійні гаплоїди висівали у теплиці, а після розмноження – у селекційному розсаднику. За стандарт у досліді обрали лінію ДК6356 ЗСЗМ. Для оцінки комбінаційної здатності використали 4 тестери сестринські гібриди: Крос245М, Крос259М, (ДК4315М×ДК3174СВЗМ), (ДК9523С×ДК959МВ). Тесткроси висівались у контрольному розсаднику за схемою системного розміщення. Гібриди-стандарту ДН Атон (ФАО 210) та ДБ Хотин (ФАО 280) розміщувались через 30 номерів попарно.

Загальну статистичну обробку експериментальних даних проводили за методом Л. О. Атраментової [22, 23]; варіювання селекційних ознак ліній визначали за «Визначником морфологічних ознак сортів кукурудзи (*Zea mays* L.)» та «Класифікатором-довідником виду *Zea mays* L.» [24, 25]. Математичні та статистичні розрахунки виконували на персональному комп'ютері з використанням спеціальних прикладних програм Microsoft Office Excel.

Результати та обговорення. Сформоване різноманіття подвійних гаплоїдних ліній кукурудзи похідних від лінії ДК6356

ЗСЗМ вивчали у селекційному розсаднику в 2023–2025 рр. Виявлено значне коливання ознаки «тривалості періоду сходи – цвітіння

качанів» протягом трьох років, яке склало 10 діб між середніми за дослідом (табл. 1). Розмах варіювання (R) теж характери-

Таблиця 1. Параметри варіювання тривалості періоду сходи – цвітіння подвійних гаплоїдів кукурудзи

Параметри	Тривалість періоду сходи – цвітіння качанів, діб			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
Середнє, $x \pm t_{s(x)}$	58,0±1,7	64,4±2,3	54,3±1,9	57,9
Модальний ряд	58,0	64,0	54,0	58,7
Коефіцієнт варіювання, V, %	6,1	5,8	5,7	5,9
Мінімальне значення	50,0	53,5	48,0	50,5
Максимальне значення	63,0	65,5	60,0	62,8
ДК6356 ЗСЗМ	62,0	64,0	54,0	60,0

зувався значним відхиленням і складав: 13, 12, 12 діб, відповідно за 2023, 2024 та 2025 рр. Модальний ряд був близький до середньої за вибіркою, що вказує на нормальний розподіл варіант. Коефіцієнт варіювання мало відрізнявся у випробуванні і зменшувався з кожним наступним роком. Середня за дослідом тривалості періоду сходи – цвітіння качанів (58,0; 64,4; 54,3 доби, відповідно за роками) була близькою до лінії-стандарту ДК6356 ЗСЗМ, але у 2023 р. вона зацвіла піз-

ніше на 4 доби. Виділені подвійні гаплоїди, які цвіли у середньому раніше вихідної ДК6356 ЗСЗМ на 5-6 діб: ДКД 23-57, ДКД 23-61, ДКД 23-65, ДКД 23-66, ДКД 23-72.

Середня висота рослин подвійних гаплоїдів була близькою у 2023 і 2024 рр. (176 і 179 см, відповідно), утім стресові умови 2025 р. призвели до її зменшення в середньому до 143 см (табл. 2).

У вихідній лінії ДК6356 ЗСЗМ цей показник варіював аналогічно 165 і 179 см у

Таблиця 2. Параметри варіювання висоти рослин і висоти прикріплення качана подвійних гаплоїдів кукурудзи

Параметри	Висота рослин, см				Висота прикріплення качана, см			
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє	2023 р.	2024 р.	2025 р.	середнє
Середнє, $x \pm t_{s(x)}$	176±8,0	179±7,9	143±9,4	165,7	66±4,5	56±4,7	43±6,3	54,8
Коефіцієнт варіювання, V%	9,7	8,8	10,7	9,7	14,3	16,8	24,2	18,4
Мінімальне значення	145	153	122	140	50	31	19	33,3
Максимальне значення	205	203	169	192	90	71	57	72,5
ДК6356 ЗСЗМ	165	179	144	162,7	60	46	33	46,3

2023 і 2024 рр. і 144 см – у 2025 р. Розмах варіювання (R) за дослідом мав також значні відхилення у вибірці 60, 50, 47 см, відповідно за 2023-2025 рр., та мав тенденції до зменшення при погіршенні умов вирощування. Коефіцієнт варіювання висоти рослин (V) був досить значним, як для цієї ознаки, і коливався у межах 8,8–10,7 %, що вказує на сформоване різноманіття та відсутність попереднього добору у вибірці. Слід виділити зразки, які мали висоту рослин більшу у середньому на 15 см за стандарт: ДКД 23-57,

ДКД 23-58, ДКД 23-59, ДКД 23-60.

У технологічному забезпеченні вирощування кукурудзи важливим елементом є висота прикріплення господарсько-цінного качана. Вважається, що втрати при збиранні гібридів кукурудзи або батьківських компонентів, які мають прикріплення качана нижче 40 см, значно зростають та погіршується якість зерна через ураження хворобами. Тому, висота прикріплення господарсько-цінного качана, важлива умова технологічності гібрида та його батьківських компонентів.

тів. У досліді висота прикріплення качана у середньому коливалась від 43 до 66 см у різні роки, і знижувалась при погіршенні умов вирощування. У найбільш стресовий 2025 р. 28,6% зразків мали висоту прикріплення качана нижче 40 см, але в інші роки прояв цієї ознаки не мав критичних значень, за винятком ДКД 24-4 у 2024 р. (30,8 см). Розмах варіювання (R) висоти прикріплення качана у дослідних зразків був, практично, однаковим за період спостережень і складав: 40; 40; 38 см, відповідно за 2023-2025 рр. Слід зазначити, що коефіцієнт варіювання за цією ознакою характеризувався високими значеннями для вибірки з підвищеннями у несприятливих умовах для розвитку куку-рудзи. Ви-

ділено подвійні гаплоїди, які мали висоту прикріплення качана, у середньому за роки досліджень, 60 см і вище: ДКД 23-65, ДКД 23-63, ДКД 23-75. Вихідна лінія ДК6356 ЗСЗМ характеризується низьким прикріпленням качана (у середньому 46,3 см) і потребує поліпшення цієї ознаки, утім високе закладання качана теж може бути негативним через підвищення ризиків вилягання рослин.

Визначення загальної комбінаційної здатності (ЗКЗ) за врожайності зерна дозволило диференціювати сформоване різноманіття подвійних гаплоїдів кукурудзи за її рівнем (табл. 3).

Вихідні лінії ДК2966 ЗСЗМ і ДК6356

Таблиця 3. Загальна комбінаційна здатність (ЗКЗ) за врожайністю зерна і морфобіологічними ознаками подвійних гаплоїдів кукурудзи та вихідних ліній

Зразки	Загальна комбінаційна здатність, т/га				Середнє за 2023–2025 рр.		
	2024 р.		2025 р.		висота рослин, см	висота прикріплення качана, см	період сход-ди – цвітін-ня, доба
	ефекти	клас	ефекти	клас			
ДК2966 ЗСЗМ	-0,20	2	0,02	2	171,0	54,0	60,3
ДК6356 ЗСЗМ	0,29	2	-0,01	2	162,6	46,3	60,0
(ДК6356×ДК2966)S ₄	-0,04	2	0,21	2	132,4	36,5	60,7
ДКД 24-4	-0,72	3	-0,74	3	145,7	33,3	58,6
ДКД 23-57	-0,02	2	0,37	1	180,6	59,1	55,2
ДКД 23-59	0,20	2	0,24	1	178,6	54,4	56,8
ДКД 23-60	0,54	1	0,29	1	178,7	57,5	60,2
ДКД 23-61	0,48	1	0,45	1	177,7	55,5	55,0
ДКД 23-62	0,50	1	-0,41	3	153,5	50,9	58,0
ДКД 23-65	-0,35	3	0,28	1	146,1	62,3	53,7
ДКД 23-66	-0,60	3	-0,31	3	144,0	58,1	54,1
ДКД 23-69	-0,10	2	-0,41	3	155,1	53,8	60,7
НІР _{0,05}	0,32	-	0,21	-	-	-	-

Примітка. У таблиці представлено частину тесткросної матриці.

ЗСЗМ характеризувались середнім рівнем прояву ефектів ЗКЗ та віднесені до 2 класу. Серед кращих за цим показником виділено подвійні гаплоїди, які у 2024 і 2025 рр. мали високі значення ефектів ЗКЗ: ДКД 23-60 (0,54 і 0,29 т/га, відповідно) та ДКД23-61 (0,48 і 0,45 т/га, відповідно) і віднесені до 1 класу. Також цікавими є зразки, які у 2024 р. мали середні значення оцінок ефектів ЗКЗ (2 клас), а у екстремальній 2025 р. – високі (1 клас): ДКД 23-57 (-0,02 і 0,37 т/га) та ДКД 23-59 (0,20 і 0,24 т/га). Виділені лінії, що різко змінювали рівень ЗКЗ за роками ДКД 23-62, ДКД 23-65 або мали стабільно негативні

значення ДКД 24-4, ДКД 23-66. Використання останніх є малоперспективним, враховуючи до того ж їх морфобіологічні показники.

До вибірки подвійних гаплоїдів були долучені зразки, отримані методом інбридингу з вихідної комбінації (ДК6356×ДК2966)S₄, які не виявили переваг ні за рівнем ЗКЗ, ні за морфобіологічними показниками.

Отже, виділені подвійні гаплоїди ДКД 23-60 і ДКД 23-61 у представленій тесткросній матриці з високими показниками ЗКЗ та позитивними проявами морфобіологічних ознак порівняно із вихідними зразками, які можуть бути залучені до програм гетерозис-

ної селекції і у створенні нового вихідного матеріалу.

Аналіз параметрів варіювання господарсько-цінних ознак 75 тесткросів подвійних гаплоїдів кукурудзи похідних ДК6356 ЗСЗМ (табл. 4) доводить наявність несприятливих умов протягом вегетаційного періоду 2024 і 2025 рр., які призвели до низької вро-

жайності зерна (5,33 і 1,38 т/га, відповідно за роками). Зазвичай, низький рівень врожайності нівелює достовірні різниці між дослідними генотипами, але коефіцієнт варіювання був вищим у екстремальний 2025 р., практично, у 3 рази (32,3%).

Розмах варіювання (R) у 2024 р. був 3,09, а у 2025 р. – 6,0 т/га, що у відсотковому

Таблиця 4. Параметри варіювання господарсько-цінних ознак тесткросів подвійних гаплоїдів кукурудзи

Параметри	2024 р.				2025 р.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Середнє, $\bar{x} \pm t_{s(\bar{x})}$	5,33±0,16	10,3±0,4	251±2,9	93±2,9	1,38±0,10	15,7±0,4	223±2,2	67±2,5
Коефіцієнт варіювання, V%	11,6	14,7	4,5	12,1	32,3	10,2	4,3	15,9
Мінімальне значення	3,59	6,9	225	63	0,36	12,45	197	37,7
Максимальне значення	6,68	12,9	281	109	2,23	21,0	257	84,7
Кількість гібридів, шт.	75	75	75	75	75	75	75	75
ДН Атон, st	5,01	9,9	238	101	1,16	14,0	218	56,7
ДБ Хотин, st	5,54	10,0	240	76	1,34	14,7	222	58,7

*Примітка**: 1. Урожайність зерна, т/га; 2. Вологість зерна під час збирання, %; 3. Висота рослин, см; 4. Висота прикріплення качана, см.

відсотковому відношенні до максимальної варіанти складає 46,3 та 46,5%. Розсіювання генотипів у вибірці залишилось близьким незалежно від рівня прояву ознаки і дозволяє провести ефективний добір зразків стійких до відповідних екстремальних умов вирощування гібридів кукурудзи. Щодо інших ознак коефіцієнт варіювання був тотожним, незважаючи на різний рівень прояву. Так, вологість зерна під час збирання у 2025 р. була вищою на 5,4%, а висота рослин нижчою порівняно з 2024 р. на 11,1 %, висота прикріплення качана – на 28,0 %.

Слід зазначити, що гібриди–стандарті – середньоранній (ФАО 210) ДН Атон мав нижчу врожайність зерна на 6 % у 2024 р. і на 15,9 % – у 2025 р., а середньоранній (ФАО 280) гібрид ДБ Хотин у більш сприятливий 2024 р. – вищу на 3,9%, утім у 2025 р. порівняно з середньою в досліді. За вологістю зерна під час збирання гібриди–стандарті мали нижчі значення в усі роки. Щодо висоти прикріплення качана у 2024 р. гібрид ДН Атон мав вищі значення на 8 см, а у 2025 р. нижчі – на 10,3 см.

За результатами досліджень у 2024–2025 рр. з 75 тестерних гібридів виділено десять найкращих (табл. 5). Врожайність зерна у них, у середньому, була порівняно зі стан-

дартом ДБ Хотин вищою на 0,32–0,79 т/га (9,3–23,0 %). Серед найкращих десять гібридів три створені на базі подвійно-гаплоїдних ліній ДКД 23-61 і дві – ДКД 23-60. До десяти найкращих гібридів увійшли п'ять, створених на базі тестера ДК4315М×ДК3174, три – на базі Крос 245М та дві – Крос 249М. Гібриди з використанням тестера ДК9523С×ДК959МВ мали найнижчу середню (3,10 т/га) врожайність зерна. Проте, слід зауважити, що вказаний тестер був найшвидшим з усієї сформованої тестерної матриці.

Висновки. Відмічене значне коливання тривалості періоду сходи – цвітіння подвійних гаплоїдів кукурудзи, як за роками, так і у загальній вибірці зразків отриманих на базі лінії ДК6356 ЗСЗМ. За результатами оцінювання протягом досліджень 2023–2025 рр. виявлено подвійні гаплоїди з більш коротким періодом сходи – цвітіння на 5–6 діб порівняно з вихідною лінією, зокрема: ДКД 23-57, ДКД 23-61, ДКД 23-65, ДКД 23-66, ДКД 23-72. Встановлено значну варіативність морфологічних характеристик подвійно-гаплоїдних ліній, що зумовлено формуванням вибірки без попередніх доборів. Досліджено висоту рослин і висоту прикріплення господарсько-цінного качана та виділено зразки з найменшою реакцією на стресові умови:

Таблиця 5. Середня врожайність, вологість зерна під час збирання та морфологічні

ознаки кращих тесткросів кукурудзи подвійних гаплоїдів за 2024–2025 рр.

Гібриди	Середня врожайність зерна, т/га	Вологість зерна під час збирання; %	Висота рослин, см	Висота прикріплення качана, см
(ДК4315М×ДК3174)× ДКД 23-61	4,23	14,3	233	74
Крос259М× ДКД 23-59	4,21	14,4	240	96
Крос245М×ДКД23-61	4,19	12,7	236	82
(ДК4315М×ДК3174)× ДКД 23-69	4,00	11,6	236	92
(ДК4315М×ДК3174)× ДКД 23-74	3,96	11,4	242	80
Крос245М× ДКД 23-60	3,88	12,2	247	87
Крос245М× ДКД 23-61	3,80	12,5	231	88
(ДК4315М×ДК3174)× ДКД 23-60	3,78	15,0	245	83
(ДК4315М×ДК3174)× ДКД 23-71	3,77	12,1	239	91
Крос259М× ДКД 23-57	3,76	15,0	248	88
ДН Атон, st	3,09	12,0	228	79
ДБ Хотин, st	3,44	12,4	231	67

Примітка. st – стандарти.

ДКД 23-57, ДКД 23-58, ДКД 23-59. ДКД 23-60, ДКД 23-65, ДКД 23-63, ДКД 23-75. Виявлено перспективні подвійно-гаплоїдні лінії зі стабільно високими ефектами загальної комбінаційної здатності ДКД 23-60 (0,42 т/га у

середньому) та ДКД23-61 (0,47 т/га у середньому). Виділено кращі гібриди, які за врожайністю зерна на 9,3–23,0% перевищили стандарт ДБ Хотин.

Використана література

1. Черчель В. Ю., Стасів О. Ф. Філософія української селекції кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2020. № 23 (438). С. 30–34.
2. Дзюбецький Б. В., Козарь Д. Г., Грекова Н. В., Кабаненко Е. В. Селекційно-генетическі системи створення вихідного матеріала кукурудзи. *Підвищення виробництва продукції рослинництва у придніпровському регіоні*: матеріали наук.-практ. конф., Дніпропетровськ, 1995. С. 37–38.
3. Нетреба О. О., Лавриненко Ю. О. Успадкування та мінливість ознаки «висота рослин» у гібридів кукурудзи різних поколінь самозапилення, створених на базі ліній, контрастних за довжиною вегетаційного періоду. *Таврійський науковий вісник*. 2005. С. 99–102.
4. Олешко О. А. Селекція самозапилених ліній кукурудзи на основі гібридів, створених за участю ліній різних генетичних плазм, контрастних за довжиною вегетаційного періоду: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2002. 18 с.
5. J. S. Smith, W. Trevisan, A. McCunn, W. E. Huffman. Global dependence on Corn Belt Dent maize germplasm: Challenges and opportunities. *Crop Science*. 2022. Vol. 62. Issue 6 P. 2039–2066. doi: 10.1002/csc2.20802
6. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Боденко Н. А., Лавриненко Ю. О. та інші. Від сорту до гібриду: селекція, насінництво, технологія кукурудзи: монографія. Київ: Аграрна наука, 2022. 260 с. doi: 10.31073/978-966-540-560-3
7. Черчель В. Ю., Кулик О. В. Ідентифікація скоростиглих ліній кукурудзи південного еко типу та їхніх гетерозисних моделей. *Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату*: матеріали міжн. наук.-практ. інтернет-конф. молодих учених і спеціалістів. (м. Дніпро, 16–17 березня 2023). Дніпро, 2023. С. 7–8.
8. Соколов В. М., Вареник В. Ф., Пилюгин А. С., Гужва Д. В. Селекційна оцінка елітних самоопылених ліній кукурудзи из основних гетерозисних груп зародышевой плазмы. *Генетика, селекція і технологія возделывания кукурудзи*: сб. науч. тр. КНИИСХ. Майкоп, 1999. С. 92–96.
9. Чумак М. В. Селекція ранньспелых і середньспелых гібридів кукурудзи в Краснодарском НІІСХ. *Генетика, селекція і технологія возделывания кукурудзи*: сб. науч. тр. КНИИСХ. Майкоп, 1999. С. 13–28.
10. Дзюбецький Б. В., Дуда О. М., Черчель В. Ю. Селекція середньоранніх простих міжлінійних гібридів кукурудзи на базі ліній з різною довжиною вегетаційного періоду. *Селекція і насінництво*. 1999. № 82. С. 13–20.
11. Barrière Y., Alber D., Dolstra O., Lapierre C.,...& Monod J. P.. Past and prospects of forage maize breeding in Europe. II. History, germplasm evolution and correlative agronomic changes. *Maydica*. 2006. Vol. 51, P. 435–449.
12. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Сучасна зародкова плазма в програмі з селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН. *Селекція і насінництво*. 2002. № 86. С. 11–19.
13. Черчель В. Ю. Селекція скоростиглих гібридів

- кукурудзи, адаптованих до умов різних природно-кліматичних зон України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.05. Харків, 2018. 424 с.
14. Селекція гібридов інтенсивного типу для возделывання при орошенні / Б. В. Дзюбецький и др. *Селекція и семеноводство кукурузы*: сб. науч. тр. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы, 1986. С. 22–30.
 15. Деркач К. В., Борисова В. В., Сатарова Т. М., Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Федько М. М. Ідентифікація ліній кукурудзи плазми ланкастер серед інших типів зародкової плазми за результат-тами SNP-аналізу. *Фактори експериментальної ево-люції організмів*. 2017. Т. 20. С. 58–63. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000797596>.
 16. Домашнев П. П., Ивахненко А. Н., Дзюбецький Б. В., Дыга П. П. Проблемы производства зерна и силоса кукурузы с коротким вегетационным периодом. *Бюллетень ВНИИ кукурузы*. 1988. № 2 (69). С. 3–8.
 17. Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Сатарова Т. М., Денисюк К. В., Стасів О. Ф. Вихідний матеріал зародкової плазми Ланкастер у селекції і біотехнології кукурудзи: монографія. Київ: Аграрна наука, 2020. 352 с. з ілюстр. doi: [org/10.31073/978-966-540-500-9](https://doi.org/10.31073/978-966-540-500-9)
 18. Черчель В. Ю., Рябченко Е. М., Рябченко О. П. Оцінка морфобіологічних ознак і врожайності зерна подвоєних гапloidів кукурудзи плазми Ланкастер. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2012. № 3. С. 11–15.
 19. Рябченко Е. М. Селекційна цінність подвійно-гапloidних ліній кукурудзи (*Zea mays* L.) генетичної плазми Ланкастер. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*, 2013. № 5. С. 120–124.
 20. Черчель В. Ю., Костенко В. В. Подвійно-гапloidні лінії плазми Айодент у гетерозисній селекції кукурудзи. *Зернові культури*. 2025. Т. 9. №1. С. 14–22. doi: [10.31867/2523-4544/0356](https://doi.org/10.31867/2523-4544/0356)
 21. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пашенко Ю. М., Шевченко М. С., Кирпа М. Я., Пашенко Н. О., Кордін О. І. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. ІЗГ УААН Дніпропетровськ, 2008. 24 с.
 22. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистичні методи в біології: підручник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. 288 с..
 23. Атраментова Л. О., Утевська О. М. Статистика для біологів: підручник. Харків: Видавництво «НТМТ», 2014. 331 с.
 24. Визначник морфологічних ознак сортів кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.): наоч. допов. до Методики визначення відповідності сортів кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.) критеріям відмінності, однорідності та стабільності.[упоряд.: М. Таганцова та ін.]. Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Вінниця: Твори, 2024. 46 с. : кольор. іл.
 25. Класифікатор-довідник виду *Zea mays* L. /В. В. Кириченко, І. А. Гур'єва, В. К. Рябчун [і ін.]. Харків: ВАТ «Видавництво Харків», 2009. 84 с.

References

1. Cherchel, V. Yu., Stasiv, O. F. (2020). Filosofiia ukrainiskoi selektsii kukurudzy [Philosophy of ukrainian maize breeding]. *Ahrobiznes sohodni*, 23 (438), 30–34. [in Ukrainian].
2. Dziubetskyi, B. V., Kozar, D. H., Grekova, N. V., Kabanenko, E. V. (1995). Seleksionno-geneticheskie sistemy sozdaniya iskhodnogo materiala kukuruzy [Breeding and genetic systems for creating corn source material]. *Pidvyshchennia vyrobnyctva produktsii roslinnyctva u prydniprovskomu rehioni: materialy nauk.-prakt. konf. Proceeding of the Enhancing crop production in the Pridniprovskiy region: scie. and pract. conf.* (pp. 37–38.). 1995, Dnipropetrovsk, Ukraine. [in Russian].
3. Ntreba, O. O., Lavrynenko, Yu. O. (2005). Inheritance and variability of the trait "plant height" in corn hybrids of different generations of self-pollination, created on the basis of lines contrasting in the length of the growing season. *Taurida Scientific Herald*, 44, 99–102. [in Ukrainian].
4. Oleshko, O. A. (2002). *Selektsiia samozapylenykh liniy kukurudzy na osnovi hibrydiv, stvorenykh za uchastiu liniy riznykh henetychnykh plazm, kontrastnykh za dovezhynoiu vehetatsiinoho periodu* [Selection of corn inbred lines on the basis of hybrids, which created with the participation of lines with various genetic plasmas, contrast on length of vegetation period]. (Extended abstract of candidate's thesis). Instytut zernovoho hospodarstva UAAN. Dnipropetrovsk [in - Ukrainian].
5. 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/csc.2.20802](https://doi.org/10.1002/csc.2.20802).
6. Dziubetskyi, B. V. (Ed.) (2022). From variety to hybrid: maize breeding, seed production and technology. Kyiv: Ahrarna nauka. doi: [10.31073/978-966-540-560-3](https://doi.org/10.31073/978-966-540-560-3) [in Ukrainian].
7. Cherchel, V. Yu., Kulyk, O. V. (2023). Identyfikatsiia skorostyhykh liniy kukurudzy pivdennoho ekotyphu ta iikhnykh heterozyznykh modelei [Identification of early-maturing maize lines of the southern ecotype and their hybrid models]. *Proceedings of the The Contribution of Scientific Investment to the Development of Limited Resources and Climate Fluctuations: intern. scie. and pract. online conf. of young scientists and specialists*. Dnipro, SE Institute of Grain Crops of NAAS [in Ukrainian].
8. Sokolov, V. M., Varenik, V. F., Pilyugin, A. S., Guzhva, D. V. (1999). Breeding evaluation of elite self-pollinated maize lines from the main heterosis groups of germplasm. *Genetika, selektsiya i tehnologiya vozdelivaniya kukuruzyi: sb. nauch. tr. KNIISKh* [Genetics, Breeding, and Maize Cultivation Technology: collection of Scientific Papers of the KNIISKh], pp. 92–96. [in Russian].
9. Chumak, M. V. (1999) Breeding of early-ripening and mid-ripening maize hybrids at the Krasnodar NIISKh. *Genetika, selektsiya i tehnologiya vozdelivaniya*

- kukuruzyi: sb. nauch. tr. KNISKh* [Genetics, Breeding, and Maize Cultivation Technology: collection of Scientific Papers of the Krasnodar NIISKh], pp. 13–28. [in Russian].
10. Dziubetskyi, B.V., Duda, O.M., Cherchel, V.Yu. (1999). Breeding of mid-early single interline maize hybrids based on lines with different growing seasons]. *Selektsiia i nasinnytstvo*, 82, 13–20. [in Ukrainian].
 11. Barrière, Y., Alber, D., Dolstra, O., Lapierre, C., & Monod, J. P. (2006). Past and prospects of forage maize breeding in Europe. II. History, germplasm evolution and correlative agronomic changes. *Maydica*, 51, 435–449.
 12. Dziubetskyi, B. V., Cherchel, V. Yu. (2002). Modern germplasm in the maize breeding program at the Institute of Grain Crops of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences. *Selektsiia i nasinnytstvo*, 86, 11–19. [in Ukrainian].
 13. Cherchel, V. Yu. (2018). *Selektsiia skorostyhykh hibrydiv kukurudzy, adaptovanykh do umov riznykh pryrodno-klimatychnykh zon Ukrainy* [Selection of early corn hybrids adapted to the conditions of various natural and climatic zones of Ukraine]. (Doctor's thesis). V. Ya. Yuriev Plant Production Institute of NAAN. Kharkiv [in Ukrainian].
 14. Dziubetskyi, B. V. et al. (1986). Breeding hybrids of the intensive type suitable for cultivation under irrigation. *Selektsiia i semenovodstvo kukuruzy* [Maize breeding and seed production]: collection of Scientific Papers, pp. 22–30. [in Russian].
 15. Derkach, K. V., Borysova, V. V., Satarova, T. M., Dziubetskyi, B. V., Cherchel, V. Yu., Fedko, M. M. (2017). Identification of maize lancaster germplasm inbreds among other types of germplasm according to the results of SNP-analysis. *Factors in experimental evolution of organisms*, 20, 58–63. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000797596> [In Ukrainian].
 16. Domashnev, P. P., Ivahnenko, A. N., Dzyubetskiy, B. V., Dyga, P. P. (1988). Problemy proizvodstva zerna i silosa kukuruzy s korotkim vegetatsionnym periodom [Challenges in the production of maize grain and silage due to the short growing season]. *Bulleten VNIi kukuruzy*, 2 (69), 3–8. [in Russian].
 17. Cherchel, V. Yu., Dziubetskyi, B. V., Satarova, T. M., Denysiuk, K. V., Stasiv, O. F. (2020) Vykhidnyi material zarodkovoii plazmy Lancaster u selektsii i biotekhnologii kukurudzy [Initial material of Lancaster germplasm in maize selection and biotechnology]. Kyiv: Ahrarna nauka. doi: [org/10.31073/978-966-540-500-9](https://doi.org/10.31073/978-966-540-500-9) [in Ukrainian].
 18. Cherchel, V. Yu., Riabchenko, E. M., Riabchenko, O. P. (2012). Evaluation of morphobiological traits and grain yield in doubled haploids of maize of Lancaster plasm]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 3, 11–15. [in Ukrainian].
 19. Riabchenko, E. M. (2013). Breeding value of double-haploid maize (*Zea mays* L.) lines of Lancaster germplasm. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 5, 120–124 [in Ukrainian].
 20. Cherchel, V. Yu., Kostenko, V. V. (2025). Doubled haploid lines of Iodent plasm in heterosis breeding of maize. *Grain Crops*. 9 (1), 14–22. doi: [10.31867/2523-4544/0356](https://doi.org/10.31867/2523-4544/0356) [in Ukrainian].
 21. Lebid, Ye. M., Tsykov, V. S., Pashchenko, Yu. M., Shevchenko, M. S., Kyrypa, M. Ya., Pashchenko, N. O., Kordin O. I. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukuruzoiu* [Methodology for Field Trials with Maize]. IZH UAAN, Dnipropetrovsk. [in Ukrainian].
 22. Artamentova, L. O., Utievskaya, O. M. (2007). *Statystychni metody v biologii* [Statistical Methods in Biology]. Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina. [in Ukrainian].
 23. Artamentova, L. O., Utievskaya, O. M. (2014). *Statystyka dlia biologiv* [Statistics for Biologists: text-book]. Kharkiv: NTMT [in Ukrainian].
 24. Tahantsova, M. et al. (Ed.) (2024). *Vyznachnyk morfologichnykh oznak sortiv kukurudzy (Zea mays L.): iliustratyvne dopovnennia do Metodyky provedennia ekspertyzy sortiv kukurudzy na vidminnist, odnoridnist ta stabilnist* [Identification guide for morphological traits of common maize (*Zea mays* L.) varieties: illustrative supplement to the Methodology for assessing the compliance of common maize (*Zea mays* L.) varieties with the criteria of diversity, uniformity, and stability]. Vinnytsia: TVORY [in Ukrainian].
 25. Kirichenko, V. V., Gurieva, I.A., Ryabchun, V. K. et al. (2009). *Classifier-reference book for the species Zea mays L.* Kharkiv: Vydavnytstvo Kharkiv, 84 p. [in Ukrainian].

UDC 633.15:631.52

Kostenko, V. V. Characteristics of doubled haploid maize lines of Lancaster germplasm in terms of key valuable economic traits. *Grain Crops*. 2026. 10 (1). 73–82.

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

Topicality. Nowadays, maize breeding is focused on intensifying the process of developing new hybrids with improved valuable economic traits. One innovative method involves the production of double haploid maize lines, reducing the time required to obtain homozygous material from 6–7 years—as is typical with conventional inbreeding—to 1–2 growing seasons. However, certain elements of this method require improvement to enhance its effectiveness. **Purpose.** The study aims to evaluate maize double haploids of Lancaster plasm, related to the DK6356 ZSZM line, in terms of morphological traits, productivity and combining ability regarding grain yield, and the selection of promising double haploid lines for the development of short-season high-yielding maize hybrids suitable for dissemination in Ukraine. **Materials and Methods.** The research was conducted at the experimental field of the State Enterprise Institute of Grain

Crops of NAAS in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine in 2023–2025. Twenty double haploid maize lines were evaluated using the following criteria: duration of the period from seedling to silking stage, plant height, ear insertion height, and general combining ability in terms of grain yield based on 75 test crosses. The evaluation was carried out in the control and breeding nurseries according to generally accepted research protocols. **Results.** Significant variability in the morphological and biological characteristics of the diploid haploid maize lines was established. The following double haploids DK 23-57, DK 23-61, DK 23-65, DK 23-66, and DK 23-72 flowered on average 5–6 days earlier than the parental line DK6356 ZSZM. The DKD 23-57, DKD 23-58, DKD 23-59, and DKD 23-60 samples had plant heights 15 cm above the standard; while DK 23-65, DK 23-63, and DK 23-75 had ear insertion height of 60 cm or higher. The samples DK 23-60 and DK 23-61 stood out for their consistently high general combining ability. Hybrids developed using these double haploids exceeded the DB Khotyn standard in grain yield by 0.32–0.79 t/ha. **Conclusions.** Promising double haploid maize lines (DKD 23-60, DKD 23-61, DKD 23-57, DKD 23-59) with high combining ability in terms of grain yield should be involved in breeding programs to develop hybrids adapted to the arid conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

Key words: *maize, doubled haploid, hybrid, grain yield, combining ability, morphological traits.*