

## **СУЧАСНИЙ ТИП ТРЬОХЛІНІЙНОГО ГІБРИДА КУКУРУДЗИ**

Б.В. Дзюбецький, С.П. Антонюк, М.М. Федько  
Інститут зернового господарства УААН

Наведені результати досліджень вивчення трьохлінійних гібридів, створених на базі елітних самозапилених ліній кукурудзи різних зародкових плазм, адаптованих до умов Степу України. Проведений аналіз впливу умов вирощування на продуктивність генотипів та на основні господарсько-цінні морфо-біологічні ознаки.

*Кукурудза, лінія, гібрид, генетична плазма, гетерозисна модель, адаптація, екологічна стабільність*

Головним завданням сучасної селекції є створення адаптивних гібридів кукурудзи, здатних стабільно реалізовувати свій урожайний потенціал в різних умовах вирощування. Однією з передумов цього є їх генетична структура. З ускладненням формули гібрида підвищується буферність генотипу при погіршенні умов вирощування. Така біологічна реакція ценозу дала змогу виділити окремий напрямок селекції сільськогосподарських культур, основне спрямування якого – підвищення гетерогенності агроценозу [1].

Серед вітчизняних гібридів, які використовуються у виробництві, найбільш поширеними є трьохлінійні комбінації та їх модифіковані форми. Так, в Інституті зернового господарства УААН за останні п'ять років в конкурсному сортопробуванні доля трьохлінійних та простих модифікованих гібридів складала в середньому 51,3 %, а в ранньостиглій групі сягала 87,8 %.

Одна з головних причин розповсюдження трьохлінійного типу гібрида є вдале поєднання продуктивності та собівартості насіння [2]. Прості гібриди в якості материнської форми на ділянках гібридизації є більш стабільними і урожайними в порівнянні з самозапиленими лініями [1, 3]. Проте, за даними деяких дослідників, з ускладненням родоvodu гібридів ймовірність одержання високопродуктивного гібрида зменшується [4, 5].

Вдалим поєднанням переваг простих гібридів та стабільного на-

сінництва трьохлінійних є прості модифіковані гібриди. У генотиповому плані прості модифіковані гібриди відносяться до трьохлінійних чи подвійних міжлінійних гібридів, а за виявленням фенотипових ознак наближаються до простих [6]. Зернова продуктивність та екологічна стабільність таких генотипів, особливо в несприятливі роки, не поступається простим міжлінійним гібридам [1]. Однак, стабільність гібридних комбінацій пояснюється не стільки їх популяційною буферністю, скільки генетичними особливостями вихідних батьківських форм та створених на їх основі гібридів [7].

Метою дослідження було вивчення трьохлінійних гібридів, створених на базі елітних самозапилених ліній кукурудзи різних зародкових плазм та виявлення найкращих комбінацій за генетичним складом.

Дослідження з оцінки гібридів кукурудзи проводилися в дослідному господарстві „Дніпро” Інституту зернового господарства УААН в 2005-2006 рр.

Вихідним матеріалом були елітні інбредні лінії кукурудзи середньостиглої та середньопізньої групи чотирьох генетичних плазм: BSSS (ДК507, ДК377, ДК146/527); Lancaster C103 (ДК633, ДК633/503, AS3070); Lancaster Oh43 (ДК427, ДК421, ДК416); Iodent (ДК411, ДК205/710, ДК277-10). На їх основі було отримано 432 трьохлінійних експериментальних гібрида, з них 108 модифікованих. Гібриди, що досліджувались, в залежності від генетичного складу були умовно розділені на 12 груп простих модифікованих та 12 груп трьохлінійних комбінацій.

Розмір ділянок – 4,9 м<sup>2</sup>, повторність – триразова з рендомізацією за повтореннями. Густота стояння рослин 40 і 60 тис/га формувалась у фазі 4-5 листків. Фенологічні та біометричні спостереження виконувались в контрольному розсаднику при густоті стояння 40 та 60 тисяч рослин/га. Як стандарт використаний дозволений до поширення гібрид Соколов 407 МВ.

Досліди проводились згідно з “Методикою державного сортови-пробування сільськогосподарських культур” (2001) та “Методическими рекомендаціями по проведенню польових опытов с кукурузой” (1980). Визначали статистичну достовірність експериментальних даних (за допомогою дисперсійного аналізу по методиці Б.А. Доспехова, 1985) та параметри адаптивної здатності (згідно А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева, 1985).

Погодні умови 2005 р. були в цілому сприятливі для кукурудзи і відзначалися помірною температурою повітря та нерівномірним розподілом опадів на протязі вегетації кукурудзи. Проте, період інтенсивного водоспоживання характеризувався підвищеною кількістю опадів. Більш стресовий 2006 р. відзначався посушливими умовами в період наливу зерна. З

середини липня бездощовий період тривав майже 50 днів. В цей період випало лише 1,3 % середньобогаторічної норми опадів.

В наших дослідях у 2005 р. максимальну середню врожайність зерна (10,8 т/га) забезпечили прості модифіковані гібриди при густоті 60 тис. рослин/га, тоді як у трьохлінійних цей показник був на 0,12 т/га нижчим (табл. 1).

Таблиця 1.  
Варіювання урожайності та збиральної вологості зерна гібридів в залежності від умов вирощування

Показник	Рік	Густота рослин, тис./га	Прості модифіковані			Трьохлінійні		
			$\bar{X} \pm t_{\bar{x}}$	Lim (min-max)	V, %	$\bar{X} \pm t_{\bar{x}}$	Lim (min-max)	V, %
Урожайність зерна, т/га	2005	40	10,23±0,13	8,78-11,78	6,8	10,23±0,06	8,16-11,84	5,7
		60	10,8±0,15	8,2-12,58	7,1	10,68±0,08	8,7-12,89	6,8
	2006	40	6,04±0,1	4,28-7,53	8,9	6,03±0,05	4,79-7,52	8,1
		60	5,61±0,11	4,29-6,99	10,3	5,7±0,05	4,3-7,1	8,8
Середнє			8,17±0,09	6,83-9,56	6,2	8,16±0,05	7,02-9,36	5,2
Збиральна вологість зерна, %	2005	40	17,4±0,18	14,7-19,2	5,4	17,3±0,1	14,8-19,2	5,2
		60	17,4±0,17	15,4-19,3	5,1	17,4±0,17	14,2-19,6	5,1
	2006	40	20,4±0,4	16,8-24,9	9,4	20,1±0,2	16,8-26,2	9,3
		60	19,6±0,4	15,8-26,0	11,4	19,5±0,4	16,0-27,5	10,6
Середнє			18,7±0,12	16,0-22,1	7	18,6±0,07	16,5-22,4	6,6

В 2006 р., навпаки, мінімальною вона була у простих модифікованих при аналогічній густоті стояння. Загалом же середня врожайність за роками досліджень в обох типів гібридів була майже рівною 8,17 та 8,16 т/га відповідно по формам.

Щодо реакції генотипів на підвищення густоти стояння рослин, слід відзначити, що трьохлінійні форми були більш стабільними за проявом врожайності і мали в середньому коливання 4,4 % в 2005 р. та 5,5 % в 2006 р., а прості модифіковані відповідно 5,6 та 7,1 %. При збільшенні густоти стояння рослин в 2005 р. 16 (14,8%) простих модифікованих та 36 (11,1%) трьохлінійних гібридів збільшили свою зернову продуктивність, а в 2006 р., навпаки, 16 (14,8%) та 36 (11,1%) форм відповідно, достовірно її зменшили.

Збиральна вологість зерна вивчених гібридних комбінацій була досить стабільною як за густотами, так і за роками досліджень. Досто-

вірні зміни вологості зерна відмічалися лише в посушливому 2006 р. при збільшенні щільності посіву в обох типів гібридів.

Генетичний склад гібрида є визначальним при виявленні його потенційних урожайних можливостей. Найкращими моделями простих модифікованих виявилися (C103)\*BSSS та BSSS\*(C103), з середніми значеннями за роки випробування 8,74 т/га та 8,55 т/га відповідно (табл. 2).

Таблиця 2.

Варіювання урожайності кращих гібридних комбінацій з  
алежно від їх генетичного походження, т/га

Комбінація гібрида	$\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$				Середнє
	2005		2006		
	40 тис/га	60 тис/га	40 тис/га	60 тис/га	
Прості модифіковані					
(C103)*BSSS *	11,08±0,23	11,58±0,17	6,55±0,15	5,75±0,17	8,74±0,12
(BSSS)*C103	10,78±0,19	11,3±0,16	6,37±0,16	5,74±0,22	8,55±0,13
(Iodent)*C103	10,8±0,2	11,13±0,17	5,96±0,09	5,71±0,18	8,4±0,1
(C103)*Iodent	10,11±0,27	11,15±0,22	6,26±0,19	5,79±0,16	8,35±0,18
Трьохлінійні					
(Iodent*BSSS)*C103	10,68±0,11	11,1±0,15	6,26±0,09	5,88±0,11	8,48±0,08
(Oh43*BSSS)*C103	10,35±0,09	10,87±0,1	6,33±0,09	5,79±0,09	8,33±0,06
(Iodent*C103)*BSSS	10,53±0,09	10,8±0,14	6,08±0,07	5,54±0,1	8,23±0,07
(Oh43*C103)*Iodent	10,17±0,12	10,84±0,17	6,0±0,13	5,81±0,12	8,2±0,1
Соколов 407 MB	10,19	11,41	6,5	6,32	8,61

Примітка: \* – в дужках скорочено вказана генетична плазма належності ліній материнської форми.

Найбільш продуктивними комбінаціями трьохлінійних гібридів в середньому за два роки випробувань виявились (Iodent\*BSSS)\*C103 та (Oh43\*BSSS)\*C103 з урожайністю 8,48 т/га та 8,33 т/га. Чотири з десяти кращих гібридів належали до групи (Oh43\*C103)\*Iodent. Найурожайніший гібрид (DK416\*DK146/527)\*DK411 (середній урожай 9,36 т/га) є вдалою специфічною комбінацією групи (Oh43\*BSSS)\*Iodent, яка загалом була найгіршою за параметрами продуктивності серед трьохлінійних (7,99 т/га). Слід відзначити, що різниця між кращою і гіршою гетерозисною комбінацією серед простих модифікованих форм склала 0,91 т/га (11,6 %), а в трьохлінійних 0,49 т/га (6,1 %). Це може слугувати свідченням більшої екологічної буферності генотипів з більш складною генетичною структурою.

Найкращі гетерозисні моделі простих модифікованих та трьохлінійних гібридів містили в своєму складі 50 % ліній зародкової плазми Lancaster C103, що свідчить про їх виняткову роль при селекції ви-

сокопродуктивних середньопізніх гібридів.

Щодо показника „збиральна вологість зерна”, то в середньому за два роки найнижчим він був у гібридів 50 % генотипу яких склали лінії зародкової плазми Iodent (табл. 3).

Таблиця 3.

Варіювання вологості зерна кращих гібридних комбінацій залежно від їх генетичного походження, %

Комбінація гібрида	$\bar{X} \pm s_x$		
	2005	2006	Середнє
Прості модифіковані			
(Iodent)*Oh43*	16,7±0,4	18,2±0,6	17,5
(Oh43)*Iodent	16,8±0,2	18,4±0,4	17,6
(BSSS)*Iodent	17,2±0,2	19,2±0,4	18,2
(Iodent)*C103	17,2±0,2	19,4±0,6	18,3
Трьохлінійні			
(Oh43*C103)*Iodent	17 ±0,1	18,5±0,3	17,7
(Oh43*BSSS)*Iodent	17,2±0,1	18,6±0,3	17,9
(Iodent*C103)*Oh43	17,1±0,2	18,9±0,3	18
(Iodent*BSSS)*Oh43	16,9±0,2	19,3±0,3	18,1
Соколов 407MB	19,2	21,2	20,2

Примітка: \* – в дужках скорочено вказана генетична плазма належності ліній материнської форми.

Так, серед простих модифікованих, гібриди гетерозисної моделі Iodent\*Oh43 мали вологість зерна на рівні 17,5 % та 17,6 %, а серед трьохлінійних форм найкращими були генетичні комбінації (Oh43\*C103)\*Iodent (17,7 %) та (Oh43\*BSSS)\*Iodent (17,9 %). Тому лінії саме цієї групи бажано використовувати для створення гібридів з доброю віддачею вологи при дозріванні. Слід також відмітити, що лінії плазми Oh43 в гібридних комбінаціях також обумовлювали доволі низьку збиральну вологість зерна.

Для практичної селекції інформативним показником є співвідношення урожайності зерна генотипу до його збиральної вологості. Найкращим поєднанням високої продуктивності та низької вологості зерна серед модифікованих форм відзначився гібрид (ДК277-10\*ДК411)\*ДК421 (0,52), а серед трьохлінійних з показником 0,53 – гібридна комбінація (ДК277-10\*ДК377)\*AS3070 (рис. 1). За генетичним складом найкращими групами серед простих модифікованих гібридів були Iodent\*Oh43 та Iodent\*C103 (0,45-0,47). Серед трьохлінійних за цим показником можна виділити (Oh43\*C103)\*Iodent (0,46).

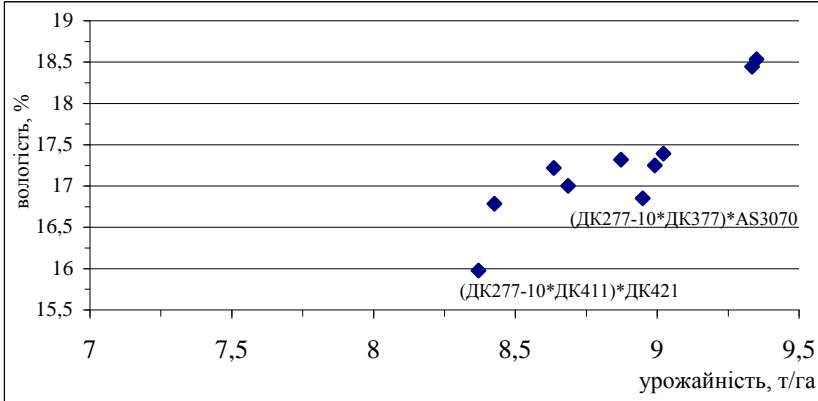


Рисунок 1. Найкращі гібриди за співвідношенням урожайності зерна до його збиральної вологості.

Визначення біометричних характеристик генотипів та впливу на них умов вегетації є досить важливим етапом оцінки селекційного матеріалу. Варіювання висоти рослин та висоти прикріплення качана є важливими побічними показниками реакції гібридів на умови вирощування і залежать від багатьох факторів (освітлення, температура, вологість повітря та ґрунту, і т. д.).

В наших дослідженнях виявлено суттєвий вплив умов року на габітус рослин гібридів незалежно від їх генетичної структури. Спостережалося зменшення висоти рослин та висоти прикріплення качана в більш стресовому 2006 р. в порівнянні з більш сприятливим 2005 р. на 11,6-11,8 % та 10,3-11,5 % відповідно.

Максимальні значення цих показників мали гібридні комбінації за участю ліній зародкових плазм Lancaster C103 та BSSS. Серед простих модифікованих найвищу висоту рослин формували гібриди моделі (C103)\*BSSS (282,9 та 122,7 см), а серед трьохлінійних – (Oh43\*BSSS)\*C103 за ознакою „висота рослин” (280,7 см) та (Iodent\*BSSS)\*C103 за висотою прикріплення качана (116,7 см).

Використання різних густот стояння рослин за два роки випробування дозволило нам визначити параметри адаптивної здатності та екологічної стабільності гібридів в 4 екоградієнтах. За результатами цих досліджень було виділено 10 кращих гібридних комбінацій за загальною адаптивною здатністю (ЗАЗ<sub>i</sub>) (табл. 4).

Особливу увагу звертають на себе інбредні лінії ДК146/527, ДК633 та ДК411. Десять кращих гібридів за показником ЗАЗ<sub>i</sub> мали в своєму складі хоча б одну з цих ліній. За показником коефіцієнта ре-

гресії  $b_i$  більшість генотипів віднесені до середньопластичних. Слід зауважити, що 20 (6,2 %) трьохлінійних та 10 (9,3 %) простих модифікованих гібридів є гомеостатичними формами, а 20 (6,2 %) і 10 (9,3 %) відповідно характеризувались як інтенсивні і відзначались високим відгуком на покращення умов середовища та сильною негативною реакцією на їх погіршення.

За показниками екологічної стабільності  $\sigma^2_{CA3i}$  та  $S^2_{di}$ , вивчені генотипи були досить близькі за значеннями і є стабільними, за виключенням гібриду (ДК411\*ДК633)\*ДК427 ( $S^2_{di} = 4,51$ ).

Таблиця 4.  
Параметри адаптивної здатності та екологічної стабільності кращих гібридів за показником „урожайність зерна”

№ п/п	Назва гібрида		Середня урожайність, т/га	$ZA3_i$	$b_i$	$S^2_{di}$	$\sigma^2_{CA3i}$	$CCG_i$
Прості модифіковані								
1	ДК633/503*ДК633	ДК146/527	9,56	1,39	1,11	0,145	8,77	5,04
2	AS3070*ДК633/503	ДК411	9,34	1,17	0,98	0,025	6,77	5,37
3	ДК146/527*ДК507	ДК633	9,21	1,05	1,05	0,056	7,76	4,96
4	ДК146/527*ДК377	ДК633	9,11	0,95	1,05	0,116	7,91	4,82
5	AS3070*ДК633	ДК377	9,07	0,91	1,1	0,094	8,62	4,6
Трьохлінійні								
1	ДК416*ДК146/527	ДК411	9,36	1,2	0,94	0,388	6,52	5,47
2	ДК205/710*ДК146/527	ДК633	9,35	1,19	1,02	0,127	7,42	5,2
3	ДК411*ДК146/527	AS3070	9,25	1,09	1,01	0,185	7,37	5,11
4	ДК427*ДК633/503	ДК411	9,24	1,07	1,08	0,154	8,31	4,84
5	ДК411*ДК633/503	ДК146/527	9,05	0,89	1,12	0,391	9,17	4,43
	Соколов 407 МВ		8,44	0,28	0,89	0,086	27,91	0,03
	База для порівняння		–	–	1	1,44	7,35	4,06
	НІР <sub>0,05</sub>		0,54	1,11	0,18	–	–	–

**Висновки:** 1. За результатами проведених досліджень встановлено більшу стабільність трьохлінійних гібридів за продуктивністю, незалежно від їх типу та генетичного складу. 2. Серед вивчених гібридних комбінацій найбільш врожайні містили в своєму складі 50 % генома ліній зародкової плазми Lancaster C103. 3. Кращі гібриди за ознакою „збиральна вологість зерна” містили в своєму складі 50 %

ліній генетичної плазми Iodent. 4. Виявлений суттєвий вплив умов року на висоту рослин та висоту прикріплення качана гібридів незалежно від їх генетичної структури.

#### Бібліографічний список

1. *Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю.* Селекція гібридів кукурудзи, стійких до екстремальних умов вирощування // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31-32. – С.3-11.
2. *Мустьяца С.И., Мистрець С.И., Нужная Л.П., Борозан П.А.* Селекція кукурузи для зон с коротким безморозным периодом // Генетика, селекція і технологія возделывания кукурузы. – Майкоп: РИПО Адыгея, 1999. – С.163-168.
3. *Мустьяца С.И., Мистрець С.И., Борозан П.А., Нужная Л.П.* Селекционные исследования раннеспелой кукурузы в Молдове // Эволюция научных технологий в растениеводстве: 2 т. – Краснодар, 2004. – т.2. – С. 249-254.
4. *Моргун В.В., Хроменко О.С., Присяжнюк І.В., Ларченко К.А., Гаврилюк В.М., Хроменко В.О.* Селекція ранньостиглих гібридів кукурудзи для зони з коротким безморозним періодом// Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: 2 т. / Під ред. Моргуна В. В. – К: Логос, 2001. – т.2. – С. 590-602.
5. *Troyer A. F.* Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids // Crop Sci., 2006. – Vol. 46. – P. 528-543.
6. *Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Антонюк С.П.* Селекція кукурудзи // Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: в 4т./Під ред. Моргуна В.В. – К: Логос, 2001. – Т.2. – С. 571-589.
7. *Домашнев П.П., Дзюбецький Б.В., Костюченко В.И.* Селекція кукурузы. – М.: Агропромиздат, 1992. – 204 с.

Приведены результаты исследований изучения трехлинейных гибридов, созданных на базе элитных самоопыленных линий кукурузы разных зародышевых плазм, адаптированных к условиям Степи Украины. Проведен анализ влияния условий выращивания на продуктивность генотипов и основные хозяйственно-ценные морфобиологические признаки.

The results of studies of 3-way hybrids created on the basis of elite selfed lines of diverse germ plasm, adapted to the Steppe of Ukraine, are shown. The analysis of the influence of growing conditions on genotypes' productivity and main economic morphobiological traits is conducted.