

ВИЗНАЧЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ СЕСТРИНСЬКИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ В РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Є. І. Бєліков, Т. Г. Купріченкова, кандидати сільськогосподарських наук;

О. М. Савченко, В. І. Мотренко

ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України

Наведено результати вивчення 8 ліній кукурудзи, споріднених з ІКС 2173421 С, яка є материнською формою гібрида Діана 180 СВ. Встановлено характер формування врожайності та збиральної вологості зерна ліній за дії різних чинників довкілля. Виділено за посухостійкістю лінії ІЛК 212-14 та ІЛК 212-21, а за показниками селекційної цінності та селекційними індексами цінності лінії ІЛК 212-7, ІЛК 212-26 та ІЛК 212-25.

Ключові слова: кукурудза, лінія, врожайність зерна, збиральна вологість зерна, індекс посухостійкості, селекційна цінність.

Важливим резервом збільшення валових зборів зерна кукурудзи є підвищення стабільності врожаїв. Серед заходів, що сприяють стабілізації зернового виробництва, важливу роль відіграє генотип гібрида. Для протистояння комплексу несприятливих факторів середовища гібрид повинен мати достатньо виражені адаптивні властивості, і в першу чергу, відзначатися стійкістю до посухи [1], холодо- та жаростійкістю, толерантністю до хвороб і шкідників, витривалістю до інших стресових чинників.

Аналіз метеорологічних даних показує, що в зоні Степу досить часто мають місце несприятливі погодні умови для вирощування кукурудзи. Це необхідно враховувати при розробці селекційно-генетичних програм з поліпшення вихідного матеріалу і виділення кращих генотипів для створення стрес-толерантних генотипів, які гарантуватимуть високі і стабільні врожаї.

На думку О. В. Кільчевського і Л. В. Хотильової [2], головними особливостями сучасної селекції, на відміну від традиційної, є її регіональний характер та екологічна спрямованість не на потенційну, а на реальну продуктивність генотипу. При цьому необхідно створювати екологічно орієнтовані для конкретного регіону гібриди, які здатні протистояти лімітуючим факторам середовища. Найбільш перспективним напрямком адаптивної селекції є добір на загальну адаптивну здатність до низки середовищ з урахуванням стабільності, але при цьому необхідно спиратися на певні селекційні критерії, які дають можливість виділити високопродуктивні та стабільні генотипи.

Метою наших досліджень було проведення порівняльної оцінки за сукупністю основних господарських ознак 8 сестринських ліній, споріднених з лінією ІКС 2173421 С, яка є материнською формою простого ранньостиглого гібрида Діана 180 СВ.

Гібрид Діана 180 СВ характеризується достатньо високим рівнем гетерозису і належить до пластичних і водночас стабільних генотипів [3]. В той же час більш раннє цвітіння волоті батьківської форми порівняно з жіночими суцвіттями материнської зумовлює значну череззерницю і зниження продуктивності рослин на ділянках гібридизації, особливо під час повітряної та ґрунтової посухи. У зв'язку з цим виникла необхідність переведення простого гібрида на простий модифікований зі збереженням позитивних рис гібрида Діана 180 СВ і поліпшеним виходом насіння.

Матеріалом для досліджень слугували вихідні батьківські форми гібрида кукурудзи Діана 180 СВ – ІКС 2173421 С та ІК 1785 ВС, а також сестринські лінії ІЛК 366-14, ІЛК 212-7, ІЛК 212-14, ІЛК 212-21, ІЛК 212-21, ІЛК 212-25, ІЛК 212-26, ІЛК 171-11, ІЛК 171-12, споріднені з лінією ІКС 2173421 С. Досліди проводилися на Синельниківській селекційно-дослідній (Сенельниківська СДС) та Розівській дослідній станції (Розівська ДС) ДУ Інститут сільського господарства степової зони в 2011–2013 рр. Агротехнічні прийоми, які застосовували в ході досліджень, відповідали загальноприйнятим рекомендаціям [4]. Площа ділянок становила 9,8 м² при 3-разовому повторенні. Статистичну обробку отриманих даних про-

водили за Б. А. Доспеховим [5]. Параметри екологічної пластичності визначали за методикою S. A. Eberhart, W. A. Russel [6] у поданні В. З. Пакудіна [7]. Цінність ліній за врожайністю і вологістю зерна при проведенні екологічного випробування визначали за критеріями селекційного індексу (Сі), селекційної цінності (Сц) та селекційним індексом цінності (Сіц), запропонованими В. С. Сотченком [8] і Н. А. Орлянським [9]. Оцінку толерантності їх до посухи проводили за індексом посухостійкості з градацією $PI = < 0,60$ – непосухостійкі, $0,60-0,69$ – слабопосухостійкі, $0,70-0,79$ – середньостійкі, $0,80-0,89$ – посухостійкі, $0,90-1,0$ – високопосухостійкі [10,11].

Погодні умови впродовж досліджень різнилися. За період вегетації 2011–2013 рр. на Синельниківській СДС випало 277,1; 370,5 і 226,5 мм опадів – було перевищення відповідно на 14,9; 53,7 та 6,1 % середньобагаторічних показників, в той час як на Розівській ДС у 2013 р. кількість їх становила лише 196,3 мм, що на 2,3 % менше від багаторічної норми. Середньодобова температура повітря за даними екоградієнтами дорівнювала відповідно 19,8; 21,2; 19,8 та 20,1 °С, що на 8,7; 16,4; 8,7 та 9,4 % більше середньобагаторічних показників. У 2012 р. випала найбільша кількість опадів, дощі йшли у вигляді короточасних злив, але за спекотних умов волога швидко випаровувалася і не мала суттєвого впливу на формування врожаю. Гідротермічний коефіцієнт у період критичного розвитку кукурудзи (липень) в умовах Синельниківської СДС дорівнював 1,5; 1,0 та 1,6 відповідно рокам, а Розівської ДС – 1,1. Отже, оптимальні погодні умови для вирощування кукурудзи спостерігалися на Синельниківській СДС в 2011 р. та 2013 р., посушливі в 2012 р., а слабопосушливі – на Розівській ДС у 2013 р.

Гідротермічні фактори у роки досліджень забезпечили значну варіативність врожайності рослин ($V = 15,8-32,0$ %) в оцінюваних зразків (табл. 1). На Синельниківській СДС вибірка ліній за врожайністю зерна характеризувалась середнім рівнем генетичної різноякісності, тимчасом як на Розівській ДС було виявлено високий рівень їх різноякісності, що свідчить про наявність серед даного матеріалу генотипів з підвищеною стійкістю до посухи.

1. Врожайність та збиральна вологість зерна самозанилених ліній кукурудзи (2011–2013 рр.)

Назва	Урожайність зерна, т/га					Індекс посухостійкості	Вологість зерна (%)				
	Синельниківська СДС			Розівська ДС, 2013 р.	середнє		Синельниківська СДС			Розівська ДС, 2013 р.	середнє
	2011 р.	2012 р.	2013 р.				2011 р.	2012 р.	2013 р.		
ІКС 2173421 С	3,8	1,6	3,0	1,6	2,5	0,42	14,0	11,4	14,1	15,9	13,9
ІЛК 366-14	3,6	1,3	3,5	2,1	2,6	0,36	14,4	11,0	13,3	17,4	14,0
ІЛК 212-7	3,6	2,0	3,9	2,8	3,1	0,56	13,9	10,9	18,1	16,5	14,9
ІЛК 212-14	3,3	2,0	2,2	1,5	2,3	0,61	17,2	12,9	16,0	15,6	15,4
ІЛК 212-21	2,4	1,9	2,6	1,6	2,1	0,79	13,0	11,0	19,4	14,9	14,6
ІЛК 212-25	4,0	1,1	3,3	2,6	2,8	0,28	19,7	12,1	15,1	14,2	15,3
ІЛК 212-26	3,8	1,5	3,3	2,4	2,8	0,39	14,1	12,4	17,3	15,7	14,9
ІЛК 171-11	3,2	1,6	3,0	1,7	2,4	0,50	14,3	10,2	14,0	17,4	14,0
ІЛК 171-12	3,2	1,6	2,1	1,4	2,1	0,50	13,3	10,1	16,8	16,4	14,2
ІК 1785 ВС	2,6	1,3	2,4	0,9	1,8	0,50	12,1	11,5	13,3	15,4	13,1
Середнє	3,3	1,6	2,9	1,8	2,4	-	14,6	11,3	14,5	15,9	14,1
V, %	15,8	19,3	20,2	32,0	-	-	15,2	8,0	15,2	16,3	-
НСР _{0,05}	0,5	0,3	0,3	0,4	-	-	2,8	2,3	3,8	0,2	-

Найвища середня врожайність зерна по досліді (3,3 т/га) була в 2011 р., а найменша (1,6 т/га) – в 2012 р. на Синельниківській СДС. У 2011 р. врожайність материнської форми гібрида Діана 180 СВ лінії ІКС 2173421 С дорівнювала 3,6 т/га, а батьківської – ІК 1785 ВС – 2,6 т/га. Достовірно жодна з сестринських ліній не перевищувала ІКС 2173421 С

за врожайністю зерна, а найвищі її значення були у лінії ІЛК 212-25 – 4,0 т/га. Врожайність на рівні лінії ІКС 2173421 С мали 62,5 % сестринських ліній.

За несприятливих погодних умов 2012 р. врожайність ліній коливалась в межах від 1,1 до 2,0 т/га. Вищі її значення відмічалися у ліній ІЛК 212-7 та ІЛК 212-14, що достовірно перевищувало врожайність вихідної лінії ІКС 2173421. Врожайність батьківських компонентів гібрида Діана 180 СВ була на рівні середнього значення по досліді і становила 1,6 і 1,3 т/га відповідно.

В 2013 р. лінії ІЛК 212-25, ІЛК 212-26, ІЛК 366-14 та ІЛК 212-7 на Синельниківській СДС сформували врожайність зерна на рівні 3,3–3,9 т/га, що на 0,4–1,0 т/га більше за середньорічний показник та на 0,3–0,9 т/га порівняно з лінією ІКС 2173421 С. Цього ж року на Розівській ДС середня врожайність зерна по досліді становила 1,8 т/га, а найвища (2,8 т/га) була у лінії ІЛК 212-7. Достовірно за врожайністю зерна лінію ІКС 2173421 С перевищували 57,1 % сестринських ліній.

У цілому при оцінці в контрастних екоградієнтах лінії ІЛК 366-14, ІЛК 212-25, ІЛК 212-26 та ІЛК 212-7 різнилися між собою, забезпечивши по 2,6–3,1 т/га насіння, що перевищувало на 0,2–0,7 т/га середні по досліді значення та на 0,1–0,6 т/га рівень ознаки у лінії ІКС 2173421С.

Встановлені індекси посухостійкості (ІП), що являють собою відношення врожайності генотипу як головного критерію оцінки толерантності селекційного матеріалу в несприятливих умовах вирощування (Синельниківська селекційно-дослідна станція, 2012 р.) до оптимальних умов (2011 р.), уможливили диференціювати матеріал за рівнем стійкості проти посухи. При оцінці вибірки встановлено, що лінія ІЛК 212-21 характеризувалась середньою посухостійкістю (ІП = 0,79), лінія ІЛК 212-14 – слабкою (ІП = 0,67), решту ліній віднесено до непосухостійких.

У контрастних умовах всі лінії змогли розкрити свій генетичний потенціал формування врожайності, але на момент збирання вологість зерна у них різнилася. Високі значення даний показник мав на Синельниківській СДС в 2011 р. у ліній ІЛК 212-14 і ІЛК 212-25 – 17,2–19,7 % і в 2013 р. у ліній ІЛК 171-12, ІЛК 212-26, ІЛК 212-7 та ІЛК 212-21 – 16,8–19,4 %. Інші лінії в цих умовах вирізнялись низькою (12,1–16,0 %) збиральною вологістю зерна. У несприятливих умовах 2011 р. всі лінії знизили значення цієї ознаки до рівня 10,1–12,9 %.

На Розівській ДС підвищену вологість (16,4–17,4 %) мали лінії ІЛК 171-12, ІЛК 212-7, ІЛК 171-11, ІЛК 366-14, у решти ліній цей показник не перевищував 15,9 %. У середньому за 3 роки досліджень збиральна вологість зерна у ліній коливалась у межах від 13,1 (ІК 1785 ВС) до 15,4 % (ІЛК 212-14). Всі сестринські лінії вирізнялись вищими значення цієї ознаки, ніж лінія ІКС 2173421 С.

Згідно з коефіцієнтами варіації ($V = 15,2\text{--}16,3\%$) в 2011 та 2013 рр. на Синельниківській СДС і Розівській ДС самозапиленим лініям кукурудзи був характерний середній рівень генетичної гетерогенності за показником «збиральна вологість зерна». Жаркі та посушливі умови 2012 р. зумовили зниження і нівелювання рівня прояву цієї ознаки, тим самим зменшивши модифікаційну мінливість ($V = 8,0\%$) лінійного матеріалу.

Додаткову інформацію про реакцію ліній на інтенсивність екологічних умов являє собою коефіцієнт регресії (b_i), який відображає рівень їх чутливості до впливу чинників середовища, та коефіцієнт варіації (V , %), використаний нами як показник екологічної стабільності генотипу (табл. 2).

Відповідно до цих показників досліджені зразки були розподілені на:

– лінії інтенсивного типу: ІЛК 212-26, ІКС 2173421 С, ІЛК 366-14 та ІЛК 212-25, які характеризуються широкою нормою реакції ($b_i = 1,15\text{--}1,31$) на зміну умов вирощування. Це абсолютно нестабільні лінії ($V = 36,9\text{--}45,0\%$). Для реалізації максимально можливих показників формування врожайності всі вони потребують сприятливих гідротермічних умов і підвищеного агрофону.

– пластичні лінії: ІЛК 212-14, ІЛК 171-12, ІЛК 212-7, ІЛК 171-11 з середньою нормою реакції ($b_i = 0,74\text{--}0,99$) за доволі широкого розмаху коливання ознаки – $V = 27,7\text{--}38,8\%$.

Вони здатні забезпечувати зростання врожайності при поліпшенні умов вирощування і незначно знижувати її при дії стресів. Батьківська форма гібрида кукурудзи Діана 180 СВ – лінія ІК 1785 ВС ідентифікована також як пластична ($b_i = 0,95$), але завдяки найнижчому рівню врожайності вона не здатна конкурувати з ними.

– гомеостатична лінія ІЛК 212-21 має вузьку специфічну норму реакції ($b_i = 0,47$) і їй властива незначна мінливість ($V = 21,5\%$) врожайності в різних умовах вирощування.

2. Селекційна цінність самозапиленних ліній кукурудзи (2011–2013 рр.)

Лінія	Збиральна вологість зерна, %	Урожайність зерна, т/га	C _i	V, %	b _i	C _ц		C _{цц}	
						бал	ранг	бал	ранг
ІКС 2173421 С	13,9	2,5	1,80	43,0	1,27	294,1	8	5,29	5
ІЛК 366-14	14,0	2,6	1,86	42,5	1,29	330,0	7	6,13	4
ІЛК 212-7	14,9	3,1	2,08	27,7	0,92	605,2	1	12,59	1
ІЛК 212-14	15,4	2,3	1,49	33,7	0,74	322,2	4	4,81	7
ІЛК 212-21	14,6	2,1	1,44	21,5	0,47	316,1	5	4,55	8
ІЛК 212-25	15,3	2,8	1,83	45,0	1,31	383,3	3	7,01	3
ІЛК 212-26	14,9	2,8	1,88	36,9	1,15	415,4	2	7,81	2
ІЛК 171-11	14,0	2,4	1,71	35,4	0,99	300,2	6	5,15	6
ІЛК 171-12	14,2	2,1	1,48	38,8	0,87	243,7	9	3,60	9
ІК 1785 ВС	13,1	1,8	1,37	46,0	0,95	142,6	10	1,96	10
Середнє	14,1	2,4							

Слід відмітити, що високопродуктивні пластичні й інтенсивні посухостійкі лінії ІЛК 212-7, ІЛК 212-25, ІЛК 212-26 мають перевагу в формуванні врожайності в мінливих і лімітованих умовах вирощування перед гомеостатичною, але низькопродуктивною лінією ІЛК 212-21, яка має низькі конкурентні властивості при формуванні врожайності в даних умовах.

Розрахунок критеріїв селекційної цінності ($C_{ц}$) і селекційного індексу цінності ($C_{цц}$) оцінюваних ліній дає можливість підвести їх під один ранжир за дослідженими ознаками. Як в першому, так і в другому випадку лінія ІЛК 212-7 посідала провідне місце в ранговому ряді, оскільки параметри її цінності були найвищими – $C_{ц} = 605,2$ бала, а $C_{цц} = 12,59$ бала. Отже, дана лінія характеризується високим рівнем формування врожайності при значній стабільності її реалізації в різних умовах доквілля. Високою селекційною цінністю відзначались також лінії ІЛК 212-26, ІЛК 212-25, ІЛК 366-14: $C_{ц} = 415,4-330,0$ та $C_{цц} = 7,81-6,13$ бала. У впорядкованому ряді вони посідали 2–4 місце.

Лініям ІК 1785 ВС та ІЛК 171-12 характерні найбільш низькі бали селекційної цінності ($C_{ц} = 142,6-243,7$) та селекційних індексів цінності ($C_{цц} = 1,96-3,60$ бала) у зв'язку з мінливістю їх врожайності та збиральної вологості насіння. Вказані лінії відзначалися також найнижчими рангами цінності.

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що за високою врожайністю і низькою збиральною вологістю зерна кращими серед ліній, споріднених з ІКС 2173421 С, були лінії ІЛК 212-7, ІЛК 212-26 та ІЛК 212-25. Дані лінії заплановано залучати до програми зі створення простих сестринських гібридів для поліпшення насінництва материнської форми та одержання нових більш конкурентоспроможних ранньостиглих гібридів на основі моделі гібрида Діана 180 СВ.

Бібліографічний список

1. Мустяца С. И. Влияние засухи на некоторые признаки скороспелой кукурузы и селекция на засухоустойчивость / С. И. Мустяца // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 5. – С. 6–12.
2. Кильчевский А. В. Генотип и среда в селекции растений / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылёва. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 191 с.
3. Беліков Є. І. Густота стояння рослин як фактор визначення екологічної пластичності та адаптивної здатності ранньостиглих гібридів кукурудзи / Є. І. Беліков, Т. Г. Купріченко,

- О. С. Гуманенко* // Бюл. Ін-ту с.-г. степ. зони НААН України. – 2014. – № 6. – С. 33–37.
4. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою // [С. М. Лебедь, В. С. Циков, Ю. М. Пащенко та ін]. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.
 5. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / *Б. А. Доспехов.* – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 6. *Eberhart S. A.* Stability parameters for comparing varieties / *S. A. Eberhart, W. A. Russel* // *Crop Sci.* – 1966. – Vol. 6 (36). – P. 36–40.
 7. *Пакудин В. З.* Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов / *В. З. Пакудин* // Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск, 1976. – С. 178–189.
 8. *Сотченко В. С.* Селекция и семеноводство раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора с.-х. наук / *В. С. Сотченко.* – С.-Петербург, 1992. – 48 с.
 9. *Орлянский Н. А.* Селекция и семеноводство зерновой кукурузы на повышение адаптивности в условиях Центрального Черноземья: автореф. дис. на соискание ученой степени доктора с.-х. наук / *Н. А. Орлянский.* – Воронеж, 2004. – 40 с.
 10. *Удовенко В. Г.* Общие требования к методикам и принципам диагностики устойчивости растений к стрессам // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям / *Удовенко В. Г.* – Л., 1988. – С. 25–30.
 11. Реакция родительских форм линий кукурузы на засушливые и влагообеспеченные условия выращивания // [В. С. Сотченко, А. Г. Горбачова, И. А. Ветошкин и др.] // Материалы Междунар. конф. / Ин-т растениеводства Порумбень. – 2014. – С. 127–135.