

ІНСТИТУТ ЗЕРНОВОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

ФЕДЬКО МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 633.15:631.52

**СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ
РІЗНИХ ЗАРОДКОВИХ ПЛАЗМ ПРИ СТВОРЕННІ ГІБРИДІВ
АДАПТОВАНИХ ДО УМОВ СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.05 – селекція рослин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дніпропетровськ – 2009

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті зернового господарства УААН у 2004-2006 рр.

Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Антонюк Сергій Петрович,
Інститут зернового господарства УААН,
завідувач лабораторії селекції середньо-
стиглих та середньопізніх гібридів кукурудзи

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
професор, член кореспондент УААН
Лавриненко Юрій Олександрович,
Інститут землеробства південного регіону УААН,
завідувач лабораторії селекції кукурудзи

доктор сільськогосподарських наук, професор,
Філіпов Генріх Леонідович,
Інститут зернового господарства УААН,
завідувач лабораторії фізіології кукурудзи

Захист відбудеться “___” _____ 2009 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.353.01 в Інституті зернового господарства УААН за адресою: 49600, м. Дніпропетровськ, вул. Держинського, 14; телефон 745-02-36

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту зернового господарства УААН за адресою: 49600, м. Дніпропетровськ, вул. Держинського, 14.

Автореферат розісланий “___” _____ 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради _____ Мусатов А.Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Прогрес в селекції тісно пов'язаний з постійним залученням до селекційного процесу нового вихідного матеріалу. Достовірною і своєчасною його оцінка та ідентифікація поряд зі створенням та покращенням зародкової плазми є не менш важливим завданням. У сучасній вітчизняній селекції середньостиглих та середньопізніх гібридів кукурудзи переважно використовуються інбредні лінії, які відносяться до чотирьох генетичних плазм: BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43, Iodent. Вони характеризуються високою комбінаційною здатністю, продуктивністю, стійкістю до хвороб та шкідників, необхідними морфо-біологічними та господарсько-цінними ознаками. Але разом з тим, мають і небажані ознаки: підвищена вологість зерна, низька толерантність до підвищених густот вирощування, слабка посухо- та жаростійкість тощо. Це перешкоджає більш широкому їх використанню при створенні гібридів адаптованих до умов Степу України.

У зв'язку з цим, комплексна оцінка елітного селекційного матеріалу, вивчення його спадкових рис залежно від родоvodu, кореляційних зв'язків між ступенем прояву гетерозису у гібрида та властивостями і ознаками батьків, віднесених до певних зародкових плазм, при синтезі високоадаптованих гібридів є актуальним питанням сучасної селекції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є складовою частиною досліджень відділу селекції кукурудзи Інституту зернового господарства УААН. Вона виконана згідно з державною комплексною науково - технічною програмою "Створити та передати в державне сортовипробування високоврожайні середньостиглі та середньопізні гібриди кукурудзи (ФАО 300-550) для зон кукурудзосіяння" (номер державної реєстрації 0101U002189).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановлення селекційної та господарської цінності базових самозапилених ліній кукурудзи селекції Інституту зернового господарства УААН різних зародкових плазм при створенні високопродуктивних гібридів кукурудзи, адаптованих для вирощування в умовах Степу України.

Для досягнення мети було поставлено наступні завдання:

- оцінити лінії *per se* за основними селекційними та господарсько-цінними ознаками та визначити їх комбінаційну здатність;
- визначити цінність ліній різних зародкових плазм кукурудзи в гетерозисній селекції адаптивних гібридів;
- вивчити вплив умов вирощування рослин на господарсько-цінні показники ліній та гібридів залежно від їх генетичного походження;
- виявити гетерозисні моделі та гетерозисні комбінації з широким адаптивним потенціалом;
- виділити нові високоврожайні гібриди кукурудзи, які здатні забезпечувати високі і стабільні врожаї зерна.

Об'єкт досліджень – закономірності прояву селекційних та господарсько-цінних ознак, що визначають адаптованість до умов Степу України, у ліній різних зародкових плазм та гібридів, створених за їх участю.

Предмет досліджень – самозапилені лінії кукурудзи різних генетичних плазм (BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43 та Iodent) та експериментальні гібриди за їх участю.

Методи дослідження. В процесі виконання дисертаційної роботи використовували методи польових досліджень, вимірювально-ваговий і статистичний для вивчення показників комбінаційної здатності, параметрів екологічної пластичності та стабільності, оцінки достовірності отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах Степу України досліджено за єдиною схемою морфо-біологічні, господарські, селекційні показники базових інбредних ліній кукурудзи основних зародкових плазм і створених за їх участю гібридів різних гетерозисних моделей, адаптованих до стресових умов Степу України. Встановлено характер успадкування селекційних та господарських показників як окремих ліній, так і основних зародкових плазм в цілому. Визначено адаптивні властивості досліджуваних зразків за різними морфо-біологічними ознаками та встановлено оптимальні фони для добору і оцінки їх екологічної стабільності.

Практичне значення одержаних результатів. Виділено інбредні лінії різних зародкових плазм ДК146/527, ДК633, AS3070, ДК416 та ДК411, які включено в подальший селекційний процес для одержання адаптованих до умов Степу України середньостиглих та середньопізніх гібридів, толерантних до загущення посівів, зі стабільною урожайністю і високою загальною та специфічною комбінаційною здатністю. За участю автора створено гібриди Орільський 357СВ і Бистриця 400МВ, які внесено до Державного реєстру сортів сільськогосподарських рослин України на 2009 р., і передано до державного сортовипробування гібриди Красилів 327МВ, Ніжин, Ружн та Ірша.

Особистий внесок здобувача. Автор особисто приймав участь в плануванні і проведенні наукових досліджень, виконував спостереження, облік та аналіз експериментальних даних, формував висновки та пропозиції для селекційної практики та виробництва.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертації доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених „Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво” (сmt. Чабани, 23-25 листопада 2004 р.), Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених „Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв” (м. Дніпропетровськ, 11-12 квітня 2006 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів „Сучасний стан та перспективи виробництва зерна в умовах інноваційного розвитку аграрного ринку України” (м. Дніпропетровськ, 14-16 травня 2008 р.). Результати досліджень щорічно доповідались та обговорювались на засіданнях науково-методичної ради Інституту зернового господарства УААН з питань селекції та насінництва.

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 7 наукових праць, в тому числі 5 у фахових виданнях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 183 сторінках машинописного тексту, містить 41 таблицю, 16 рисунків та 13 додатків. Текстова частина складається з вступу, шести розділів, висновків і рекомендацій для практики. Список використаних джерел включає 277 найменувань, у т. ч. 138 латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вихідний матеріал для синтезу гібридів кукурудзи, адаптованих до умов Степу та його селекційна цінність

У розділі наведено огляд літератури з питань оцінки селекційної цінності вихідного матеріалу кукурудзи, її параметрів та методів визначення. Розглянуто генофонд вихідного матеріалу гібридної кукурудзи, етапи його розвитку, основні джерела зародкової плазми, сучасні тенденції використання та синтезу нових рекомбінацій гетерозисних груп. Приділено увагу методам адаптивної селекції, направленим на підвищення стійкості кукурудзи до посушливих умов вирощування та толерантності до підвищених густот стояння рослин. Обґрунтована актуальність та необхідність проведення досліджень за темою дисертаційної роботи.

Ґрунтово-кліматичні та погодні умови, методика проведення досліджень, вихідний матеріал

Дослідження за програмою дисертаційної роботи проводили протягом 2004-2006 рр. у дослідному господарстві (ДГ) „Дніпро” Інституту зернового господарства (ІЗГ) УААН та Розівській дослідній станції (ДС) ІЗГ УААН. Дослідне господарство „Дніпро” розташоване на правому березі річки Дніпро в центральній частині Дніпропетровської області. Дана територія належить до північної підзони Степу України. Клімат зони помірно-континентальний з недостатнім та нестійким зволоженням. За роки досліджень погодні умови були неоднорідними. Вегетаційний період 2004 р. характеризувався пониженою сумою ефективних температур та істотно більшою за середню багаторічну кількістю опадів. Погодні умови 2005 р. були в цілому сприятливі для кукурудзи і відзначалися помірною температурою повітря та нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації кукурудзи. Проте, період інтенсивного водоспоживання рослинами характеризувався підвищеною кількістю опадів. Більш стресовим був 2006 р., з посушливими умовами в період наливу зерна. З середини липня бездощовий період тривав майже 50 діб. В цей період випало лише 1,3 % середньобагаторічної кількості опадів.

Агротехнічні прийоми виконувались у відповідності з “Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур” (2001), “Методичними рекомендаціями по проведенню польових дослідів з кукурудзою” (1980).

Кукурудзу вирощували у спеціальних селекційних сівозмінах у селекційному та контрольному розсадниках. В умовах ДГ „Дніпро” розмір ділянок складав $4,9 \text{ м}^2$, повторність триразова з рендомізацією за повтореннями. Густота стояння рослин у розсаднику формувалась у фазі 4-5 листків і становила 40 та 60 тисяч на гектар. На Розівській ДС розмір ділянок складав 10 м^2 , повторність триразова, густота стояння рослин 40 тис./га.

Фенологічні та біометричні спостереження виконувалися у контрольному розсаднику. Біометричні виміри висоти рослин і висоти прикріплення качанів проводились на 10 рослинах кожної ділянки. Всі спостереження проводилися по кожному гібриду та лінії у двох густотах, у дворазовій повторності у несуміжних повтореннях.

Врожайність зерна отриманих гібридів визначали при збиранні ділянок прямим комбайнуванням селекційним комбайном “Wintershtaiger” з одночасним зважуванням зерна і визначенням його вологості.

У лабораторних умовах досліджувалися елементи структури врожаю простих гібридів та батьківських інбредних ліній. Визначались наступні показники: маса качана, довжина качана, діаметр качана, діаметр стрижня, маса стрижня, кількість рядів зерен, кількість зерен в ряду, вихід зерна з качана, маса 1000 зерен та натура зерна. Всі показники визначалися у качанів, отриманих з густот 40 та 60 тис./га, у дворазовій повторності.

Отримані результати досліджень оброблялися на сучасному персональному комп'ютері з використанням спеціальних прикладних програм. Статистичну достовірність експериментальних даних визначали згідно А. В. Доспехова (1985); параметри варіювання і коефіцієнти кореляції розраховувалися за методикою Г. Ф. Лакина (1990). Оцінка параметрів комбінаційної здатності у системі неповних тесткросних схрещувань здійснювали за методикою Г. К. Дремлюк, В. Ф. Герасименко (1991). Параметри стабільності та пластичності визначали за допомогою методів S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966) та А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева (1985).

У програмі досліджень були використані 12 елітних самозапилених ліній кукурудзи, створених в Інституті зернового господарства УААН, що належать до чотирьох найбільш розповсюджених генетичних плазм при селекції середньостиглих та середньопізніх гібридів:

- BSSS – ДК507, ДК377, ДК146/527;
- Lancaster C103 – ДК633, ДК633/503, AS3070 (умовна назва цієї групи C103);
- Lancaster Oh43 – ДК427, ДК421, ДК416 (умовна назва цієї групи Oh43);
- Iodent – ДК411, ДК205/710, ДК277-10.

На основі цих ліній за повною діалельною схемою було отримано 132 простих гібриди, з них 24 споріднених, а потім за їх участю за неповною топ-кросною схемою 432 трилінійних гібрида, з яких 108 простих модифікованих.

За стандарт при випробуванні експериментальних гібридів використовувався гібрид Соколов 407МВ. Прості гібриди та батьківські самозапилені лінії пройшли одночасне екологічне випробування на Розівській дослідній станції ІЗГ УААН.

Характеристика самозапилених ліній та тесткросів за господарсько-цінними ознаками

Ефективне використання вихідного матеріалу кукурудзи пов'язано з визначенням параметрів його продуктивності і оцінки за морфо-біологічними ознаками для визначення потенціалу та селекційної цінності. Від урожайності та її стабільності у батьківських форм залежить ефективність та рентабельність насадництва майбутнього гібрида.

За час проведення досліджень найбільш сприятливі умови для вирощування інбредних ліній кукурудзи у ДГ „Дніпро” спостерігались у 2005 р. Середня врожайність ліній кукурудзи у цей рік сягала 5,86 т/га при густоті стояння рослин 60 тис./га, а середня збиральна вологість була найнижчою (18,2 %) за роки досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність зерна інбредних ліній кукурудзи у різних умовах вирощування, т/га

Генетична плазма	Назва лінії	ДГ "Дніпро"				Розівська ДС			Середнє
		2005 р.		2006 р.		2004 р.	2005 р.	2006 р.	
		40 тис./га	60 тис./га	40 тис./га	60 тис./га				
BSSS	ДК507	5,67	6,02	2,79	3,05	3,62	2,74	1,45	3,62
	ДК377	5,47	5,95	2,49	2,80	2,53	2,08	1,23	3,22
	ДК146/527	6,32	7,10	2,99	3,12	2,94	2,80	1,35	3,80
	Середнє	5,82	6,36	2,76	2,99	3,03	2,54	1,34	3,55
Lancaster C103	ДК633	6,83	6,29	4,07	3,86	3,18	2,52	1,68	4,06
	ДК633/503	2,23	2,62	1,87	2,32	2,48	1,67	0,88	2,01
	AS3070	4,70	5,56	2,47	2,95	2,33	2,35	1,25	3,09
	Середнє	4,59	4,82	2,80	3,04	2,66	2,18	1,27	3,05
Lancaster Oh43	ДК427	3,27	3,60	1,83	1,76	0,71	1,88	0,91	1,99
	ДК421	5,36	5,71	4,22	5,70	2,72	2,54	1,40	3,95
	ДК416	5,55	6,85	2,97	3,22	2,40	1,88	2,07	3,56
	Середнє	4,72	5,39	3,01	3,56	1,94	2,10	1,46	3,17
Iodent	ДК411	5,38	6,69	2,38	2,77	3,99	2,86	1,23	3,61
	ДК205/710	6,23	7,16	3,55	4,34	2,83	3,44	1,92	4,21
	ДК277-10	5,50	6,72	4,01	4,57	2,87	3,17	1,77	4,09
	Середнє	5,70	6,86	3,31	3,89	3,23	3,16	1,64	3,97
НІР ₀₅		1,00	1,33	0,99	0,92	0,64	0,95	0,73	—

У середньому за густотами і пунктами випробувань цей показник був найвищим у ліній гетерозисної групи Iodent – 3,97 т/га. Максимальна середня урожайність відзначена у лінії ДК205/710 – 4,21 т/га. Представники плазми Lancaster C103 характеризувались найнижчим середнім рівнем урожайності – 3,05 т/га. Лише у лінії ДК633 цей показник був досить високим – 4,06 т/га.

При аналізі реакції генотипів на загущення, як непрямого показника посухостійкості, виявилось, що найбільш стійкими до впливу стресу слід вважати лінії зародкової плазми Iodent. Прибавка урожайності при збільшенні густоти стояння рослин від 40 до 60 тис./га у середньому по даній групі складала 1,16 т/га (20,5 %) у 2005 р. і у 2006 р. – 0,58 т/га (17,4 %). Кращими лінії цієї

групи були і в умовах Розівської ДС. Вони домінували за рівнем урожайності впродовж усіх років випробування. Подібну реакцію на загущення та адаптивність до стресових умов слід відзначити у більшості вивчених генотипів. Виключенням була лише ДК633, яка знизила урожайність при загущенні на 0,53 і 0,21 т/га відповідно за роками.

Збиральна вологість зерна для самозапилених ліній кукурудзи має, іноді, вирішальне значення при селекційному доборі. Середньою мінімальною (21,0%) вологість зерна була у ліній геноплазми Iodent. Найнижчим цей показник був у ліній ДК277-10 (Iodent) – 19,9 % і ДК427 (Lancaster Oh43) – 20,4 %, а максимальним у ліній ДК146/527 (32,5 %) та ДК633/503 (26,0 %). Виявлено вплив на збиральну вологість зерна як умов року, так і густоти стояння рослин. На загущення посіву більшість ліній відреагували зменшенням збиральної вологості у середньому на 2,5 %. Лінія ДК421, єдина з вивчених, реагувала на загущення підвищенням рівня вологості зерна на 0,4 та 7,2 % відповідно у 2005 і 2006 рр.

Висота рослин дає змогу прогнозувати стійкість генотипу до стресових умов, зокрема до посухи. У наших дослідженнях виявлено значний вплив умов року на детермінацію цієї ознаки. Зокрема, в умовах ДГ „Дніпро” різниця у висоті рослин досліджуваних зразків у сприятливий 2005 р. та більш стресовий 2006 р. склала в середньому 15,9 см (7,5 %). При підвищенні густоти стояння достовірних змін висоти рослин не зафіксовано у жодної лінії, як не виявлено їх і за показником „висота прикріплення качана”. Максимальною висотою рослин та висотою прикріплення качана характеризувались зразки зародкової плазми Lancaster C103, а мінімальною – лінії плазми Lancaster Oh43, для яких характерні й найменші коливання цих показників у різних умовах вирощування. Зафіксовані високі ($r=0,61-0,90$) коефіцієнти кореляції між даними ознаками. Виявлено більшу середню варіабельність при загущенні посівів висоти прикріплення качана (4,8-6,6 %) порівняно з проявом висоти рослин (2,6-2,9 %).

Елементи структури зумовлюють рівень урожайності зерна кукурудзи. Їх реалізація генотипом відіграє вагомий роль при детермінації продуктивності всього організму. Найбільш мінливими виявились ознаки „маса качана”, „довжина качана” і „маса 1000 зерен”, коливання яких складали від 4,9 % до 14,5 % у 2005 р. та від 3,7 % до 11,6 % у 2006 р., відповідно, при зміні густоти стояння рослин. Стабільними ознаками були „кількість рядів зерен”, „кількість зерен в ряду” і „натура зерна”. Коливання їх значень за всіх умов вирощування були у середньому в межах 0-2,6 %.

Найбільш адаптивними до стресових умов за масою качана можна вважати лінії плазми Iodent. Лінії геноплазми Lancaster C103 характеризувались максимальним значенням маси 1000 зерен – 299,9 г, а найбільш стабільними за цим показником були лінії ДК633/503 та ДК146/527. У наших дослідженнях максимальне середнє значення ознаки „натура зерна” зафіксовано у лінії ДК146/527 (BSSS) – 797,5 г/л, а мінімальне у зразків плазми Iodent: ДК205/710 – 715 г/л (2005 р.) та у ДК411 – 695 г/л (2006 р.).

Основним показником ефективності селекційної роботи є зернова продуктивність гібридів. Створення адаптованих до конкретних умов

вирощування гібридів кукурудзи, здатних стабільно реалізовувати свій урожайний потенціал, є провідним завданням сучасної селекції. У своїх дослідженнях ми вивчали різні типи гібридів (споріднені, прості міжлінійні, трилінійні, прості модифіковані), що дозволило виявити характер прояву їхнього урожайного потенціалу у різноманітних умовах вирощування. Найбільш високим він виявився у простих міжлінійних гібридів, які в середньому за два роки забезпечили врожайність 8,31 т/га (табл. 2).

Таблиця 2

Варіювання врожайності зерна залежно від типу гібридів кукурудзи, т/га

Показники	Роки	Густа стояння, тис./га	Тип гібрида				Соколов 407МВ
			споріднені	прості міжлінійні	прості модифіковані	трилінійні	
$\bar{X} \pm t_{s(\bar{x})}$	2005	40	8,23±0,67	10,30±0,12	10,23±0,13	10,23±0,06	10,19
		60	9,15±0,69	10,90±0,13	10,80±0,15	10,68±0,08	11,41
	2006	40	5,09±0,52	6,24±0,10	6,04±0,10	6,03±0,05	6,50
		60	5,17±0,59	5,80±0,11	5,61±0,11	5,70±0,05	6,32
	Середнє		6,91±0,47	8,31±0,08	8,17±0,09	8,16±0,05	8,61
Lim (min-max)	2005	40	4,10-10,40	8,70-12,00	8,78-11,78	8,16-11,84	—
		60	4,84-11,42	8,90-12,67	8,20-12,58	8,70-12,89	—
	2006	40	2,95-6,96	4,70-7,88	4,28-7,53	4,79-7,52	—
		60	2,76-7,61	4,01-7,82	4,29-6,99	4,30-7,10	—
	Середнє		3,73-9,09	7,27-9,49	6,83-9,56	7,02-9,36	—

В адаптивній селекції найбільш цінними є форми, які мають мінімальні коливання продуктивності при різних умовах вирощування. Найменші зміни середньопопуляційних показників урожайності при збільшенні щільності посіву були відмічені у трилінійних гібридів як у сприятливому 2005 р. (збільшення на 4,4 %), так і у стресовому 2006 р. (зниження на 5,5 %). Прості міжлінійні та прості модифіковані комбінації відповідно збільшили урожайність у 2005 р. на 5,8 – 5,6 %, а у 2006 р. на 7,1% відповідно її зменшили.

При підвищенні густоти стояння рослин лише споріднені гібриди були стабільні у векторі прояву своєї продуктивності: 29,2 та 8,3 % гібридів даного типу достовірно збільшували урожайність відповідно у 2005 і 2006 рр. Решта типів гібридів мали однаковий характер реакції на загушення. У 2005 р. – 23 (21,3 %) простих, 16 (14,8 %) простих модифікованих та 36 (11,1 %) трилінійних гібридів збільшили свою зернову продуктивність, а у 2006 р. навпаки, 20 (18,5%), 16 (14,8 %) та 36 (11,1 %) форм відповідно достовірно її зменшили. Отже, загушення посіву по різному впливає на урожайність зерна гібридів: у сприятливі роки – позитивно, а у стресові – негативно і рівень реакції, в першу чергу, зумовлюється генотипом гібрида.

Стабільність урожайності зерна в різних умовах пояснюється не стільки популяційною буферністю, скільки генетичними особливостями вихідних батьківських форм та створених на їх основі гібридів. Серед простих гетерозисних гібридних комбінацій, що вивчались, кращими моделями за продуктивністю виявилися C103×BSSS та Iodent×C103 (табл. 3).

Варіювання урожайності зерна кращих гетерозисних комбінацій гібридів

кукурудзи ($\bar{x} \pm t_{s(\bar{x})}$), т/га

Гетерозисна схема гібрида	2005 р.		2006 р.		Середнє
	40 тис./га	60 тис./га	40 тис./га	60 тис./га	
Прості міжлінійні					
C103×BSSS	10,90±0,27	11,27±0,34	6,50±0,18	5,85±0,25	8,64±0,16
Iodent×C103	10,46±0,25	11,14±0,34	6,37±0,28	6,05±0,38	8,50±0,18
Iodent×Oh43	10,17±0,28	11,20±0,35	6,32±0,25	5,87±0,20	8,40±0,23
Oh43×C103	9,80±0,19	10,70±0,20	6,38±0,24	6,00±0,22	8,23±0,13
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	11,30±0,16	6,37±0,16	5,74±0,22	8,55±0,13
(Iodent)×C103	10,80±0,20	11,13±0,17	5,96±0,09	5,71±0,18	8,40±0,10
(C103)×Iodent	10,11±0,27	11,15±0,22	6,26±0,19	5,79±0,16	8,35±0,18
Трилінійні					
(Iodent×BSSS)×C103	10,68±0,11	11,10±0,15	6,26±0,09	5,88±0,11	8,48±0,08
(Oh43×BSSS)×C103	10,35±0,09	10,87±0,10	6,33±0,09	5,79±0,09	8,33±0,06
(Iodent×C103)×BSSS	10,53±0,09	10,80±0,14	6,08±0,07	5,54±0,10	8,23±0,07
(Oh43×C103)×Iodent	10,17±0,12	10,84±0,17	6,00±0,13	5,81±0,12	8,20±0,10
Соколов 407 MB	10,19	11,41	6,50	6,32	8,61

Примітка: [‡] - в дужках скорочено вказана генетична плазма належності ліній материнської форми.

Середня врожайність гібридів, створених за такими моделями, сягала в умовах ДГ „Дніпро” 8,64 і 8,5 т/га, а на Розівській ДС – 5,1 і 5,21 т/га відповідно. Проте, адаптованими для вирощування в умовах Степу є гібриди гетерозисної моделі Iodent×C103. При загущенні у сприятливих умовах вони забезпечують підвищення урожайності, а у стресових демонструють найменше її зниження.

Серед вітчизняних гібридів, які використовуються у виробництві, найбільш поширеними є трилінійні та прості модифіковані форми. Одна з головних причин розповсюдження гібридів таких типів є вдале поєднання продуктивності та собівартості насіння, а також їх екологічна стабільність та популяційна буферність до стресових умов вирощування. У наших дослідках найкращими моделями простих модифікованих гібридів виявилися комбінації (C103)×BSSS та BSSS×(C103) з середніми значеннями продуктивності за роки випробування 8,74 та 8,55 т/га відповідно. Серед трилінійних гібридів це були (Iodent×BSSS)×C103 та (Oh43×BSSS)×C103 з середньою урожайністю 8,48 та 8,33 т/га. Чотири з десяти кращих гібридів належать до групи (Oh43×C103)×Iodent. Найпродуктивніший гібрид (ДК416×ДК146/527)×ДК411 (середній урожай 9,36 т/га) є вдалою специфічною комбінацією групи (Oh43×BSSS)×Iodent. Слід відзначити, що найкращі гетерозисні моделі містять у своєму складі 50 % ліній зародкової плазми Lancaster C103, що свідчить про їх виняткову здатність створювати високопродуктивні гібриди, адаптовані до вирощування у Степу України. Серед гібридів, стійких до стресових умов і з позитивною реакцією на загущення посівів, домінували комбінації, де 50 %

геному гібридів складають лінії генетичної плазми Iodent, а з негативною – гібриди, де 50 % батьківських компонентів споріднені з плазмою BSSS.

Питання інтенсивності втрати вологи зерном гібрида є першочерговим, особливо для селекції середньостиглих та середньопізніх гібридів на відміну від більш ранньостиглих форм, вологість яких в умовах Степу при збиранні близька до стандартної. Слід зазначити, що з ускладненням генетичної структури гібридів їх середньопопуляційні значення вологості зерна зменшувались. Так, найбільш сухим зерном відзначилися у середньому трилінійні комбінації (18,6 %), а максимальний вміст вологи у зерні (20,4 %) мали споріднені гібриди. Виявлено, що при підвищенні густоти стояння рослин генетично складніші типи гібридів були більш консолідовані за реакцією, відносно вологості зерна. Достовірно її змінювали лише 4,6 % простих модифікованих та 2,2 % трилінійних гібридів. Щодо гетерозисних комбінацій з найнижчими значеннями збиральної вологості зерна, то всі вони містять у своєму складі 50 % геному ліній зародкової плазми Iodent або Lancaster Oh43. Тому, саме лінії цих груп бажано використовувати для створення гібридів з інтенсивною віддачею вологи при дозріванні. Поєднання ліній цих геноплазм у простих міжлінійних та простих модифікованих гібридах забезпечило низьку збиральну вологість зерна на рівні 17,9 та 17,5 %.

Менший ступінь варіювання висоти рослин того або іншого генотипу у роки з недостатнім зволоженням ґрунту може розглядатися як показник його більшої стійкості до несприятливих умов середовища, і, в першу чергу, до посухи. У наших дослідженнях не відмічено стабільного достовірного впливу загущення посіву на висоту рослин та висоту прикріплення качана гібридів різної складності. У сприятливих умовах вегетаційного періоду 2005 р. у всіх типів гібридів висота рослин дещо збільшувалась із загущенням посіву, але достовірний приріст мали лише гібриди складніших генетичних структур – трилінійні та прості модифіковані. У стресових умовах 2006 р. висота рослин у гібридів знижувалась, але незначно. Отже, дана ознака не може слугувати показником стійкості генотипу до стресових умов вирощування.

Подібні процеси притаманні генотипам і за висотою прикріплення качана: більш складні за генетичною структурою гібриди є більш стабільними за цим показником при вирощуванні в різних агрокліматичних умовах.

Виявлено досить тісний кореляційний зв'язок між висотою рослин та висотою прикріплення качана. Характер його прояву залежав як від умов року випробування, так і від щільності посіву. У сприятливому 2005 р. кореляція була у межах 0,41-0,58. У 2006 р. величина взаємозв'язку залежала від типу гібрида та густоти стояння рослин: прості гібриди виявили відносно сильний зв'язок ($r=0,65$); прості модифіковані та трилінійні при оптимальній густоті стояння мали середні значення ($r=0,40$), проте при її збільшенні знижили до 0,3-0,2. Тобто, чим гірші умови вирощування, тим слабший взаємозв'язок між висотою рослин та висотою прикріплення качана.

Висока адаптивність та урожайність гібрида можуть забезпечуватися за рахунок поєднання більшої стабільності одних і пластичності інших ознак. Вивчення закономірностей модифікаційної та генетичної мінливості

урожайності проводиться на основі дискретного підходу до аналізу її складових компонентів. У наших дослідженнях найбільш стабільними ознаками серед елементів структури врожаю виявились „кількість рядів зерен” та „натура зерна”. Середні їх коливання за роками були в межах 0,2-2,2 %. Це свідчить про більший вплив генотипу на їх прояв, ніж дія агрокліматичних умов. Максимальною варіабельністю відзначились ознаки „маса качана” та „маса 1000 зерен”, значення яких між сприятливими умовами 2005 р. (при густоті 40 тис./га) та стресовими в 2006 р. (при густоті 60 тис./га) були меншими на 51,0 та 33,4 % відповідно (рис.1).

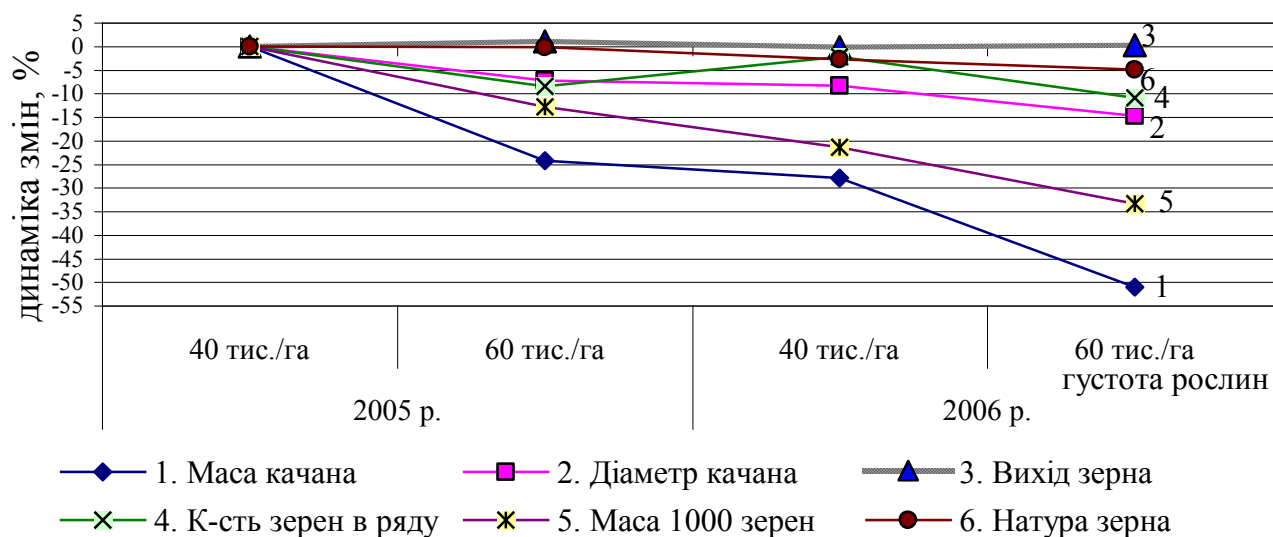


Рис. 1. Динаміка змін елементів структури врожаю простих гібридів кукурудзи порівняно з оптимальними умовами, %

Переважає кількість гібридів на підвищення густоти стояння рослин реагували зниженням показників структури врожаю. За основними елементами структури врожаю виділялись гібриди гетерозисних моделей Iodent×C103 та C103×BSSS, які за даними показниками є найбільш пристосовані до степових умов вирощування. Виявлені стабільні достовірні кореляційні зв'язки урожайності зерна з ознаками „маса качана” ($r=0,49-0,85$), „довжина качана” ($r=0,30-0,62$), „кількість зерен в ряду” ($r=0,39-0,58$). Ознаки „діаметр качана”, „маса стрижня”, „діаметр стрижня” та „маса 1000 зерен” мали достовірний зв'язок лише за оптимальних умов вирощування у 2005 р.

Комбінаційна здатність самозаплених ліній та гібридних комбінацій за основними селекційними ознаками

Оцінка комбінаційної здатності – порівняно складна та затратна селекційна процедура і її ефективність визначається об'ємами тестерних схрещувань і кількістю пунктів випробування. Найвищий рівень комбінаційної здатності, незалежно від схем схрещувань, мали лінії зародкової плазми Lancaster C103, серед яких кращою виявилась ДК633 (табл. 4).

За результатами досліджень при використанні різних за гетерогенністю тестерів отримані тотожні оцінки ефектів ЗКЗ за урожайністю зерна та іншими морфо-біологічними ознаками як окремих самозаплених ліній, так і генетичних

груп у цілому. Виділено інбредні лінії: ДК146/527 (BSSS), ДК633, ДК633/503, AS3070 (Lancaster C103), ДК416 (Lancaster Oh43), ДК411 (Iodent), які мали стабільно високі оцінки ефектів ЗКЗ за урожайністю зерна.

Таблиця 4

Комбінаційна здатність інбредних ліній кукурудзи за урожайністю зерна залежно від схеми схрещування (g_i), т/га

Генетична плазма	Назва лінії	Прості гібриди					Трилінійні гібриди				
		2005 р.		2006 р.		Сума класів	2005 р.		2006 р.		Сума класів
		40 тис./га	60 тис./га	40 тис./га	60 тис./га		40 тис./га	60 тис./га	40 тис./га	60 тис./га	
BSSS	ДК507	-0,15 ^{2*}	-0,28 ²	-0,33 ³	-0,28 ³	10	-0,05 ^{2*}	-0,17 ³	-0,06 ²	-0,05 ²	9
	ДК377	0,44 ¹	-0,23 ²	-0,33 ³	-0,12 ²	8	0,23 ¹	-0,04 ²	-0,19 ³	-0,36 ³	9
	ДК146/527	0,20 ²	-0,35 ³	-0,05 ²	-0,13 ²	9	0,44 ¹	0,3 ¹	0,21 ¹	-0,17 ³	6
Lancaster C103	ДК633	0,46 ¹	0,43 ¹	0,48 ¹	0,84 ¹	4	0,35 ¹	0,28 ¹	0,25 ¹	0,11 ¹	4
	ДК633/503	0,10 ²	0,17 ²	0,10 ²	-0,10 ²	8	0,19 ¹	0,35 ¹	0,15 ¹	-0,07 ²	5
	AS3070	0,19 ²	0,36 ¹	0,42 ¹	-0,06 ²	6	0,12 ²	0,09 ²	0,18 ¹	0,41 ¹	6
Lancaster Oh43	ДК427	-0,71 ³	-0,55 ³	-0,29 ³	-0,14 ²	11	-0,67 ³	-0,5 ³	-0,15 ³	-0,03 ²	11
	ДК421	-0,35 ³	-0,22 ²	-0,06 ²	0,03 ²	9	-0,3 ³	-0,29 ³	-0,12 ³	0,04 ²	11
	ДК416	-0,33 ³	-0,01 ²	0,38 ¹	0,31 ¹	7	-0,22 ³	-0,47 ³	0,25 ¹	0,17 ¹	8
Iodent	ДК411	0,33 ¹	0,96 ¹	0,13 ²	-0,04 ²	6	0,19 ¹	0,65 ¹	0,06 ²	0,21 ¹	5
	ДК205/710	0,13 ²	0,03 ²	-0,06 ²	-0,14 ²	8	0,09 ²	0,38 ¹	-0,29 ³	-0,10 ²	8
	ДК277-10	-0,31 ³	-0,30 ³	-0,40 ³	-0,18 ²	11	-0,37 ³	-0,58 ³	-0,29 ³	-0,15 ³	12
HIP ₀₅ g(i)		0,23	0,30	0,21	0,20	—	0,13	0,14	0,11	0,10	—
HIP ₀₅ (g(i)-g(j))		0,34	0,44	0,30	0,30	—	0,19	0,21	0,16	0,15	—

Примітка: * – вказані класи значень ЗКЗ відносно середньої по досліді. Достовірно в межах HIP₀₅.

Аналіз рівня оцінок ефектів ЗКЗ виявив, що найбільш толерантними до загущення посівів були лінії плазми Lancaster Oh43 та лінія ДК411 (плазма Iodent). Найменш адаптованими до стресових умов виявились лінії плазми BSSS, зокрема лінії ДК507 та ДК377, в яких оцінки ефектів ЗКЗ знижувались при збільшенні густоти стояння рослин.

За ознакою „вологість зерна” найнижчі оцінки ефектів ЗКЗ мали представники генетичної плазми Iodent. Серед решти досліджуваного інбредного матеріалу лише лінії ДК427 і ДК421 (Lancaster Oh43) та лінія AS3070 (Lancaster C103) мали достовірно низькі оцінки ефектів ЗКЗ. Виявлено тотожність отриманих результатів при вивченні ефектів ЗКЗ ліній як у схемі схрещувань простих, так і трилінійних гібридів. Отримані достовірні коефіцієнти кореляції ($r=0,63-0,90$) між вологістю зерна самозапилених ліній *per se* та їх оцінками ефектів ЗКЗ незалежно від типу гібрида, умов року та густот стояння рослин, що свідчить про високу генетичну зумовленість даної ознаки.

Результати аналізу оцінок ЗКЗ за ознакою „висота рослин” продемонстрували значну варіабельність даного показника як стосовно генотипів, так і умов вирощування. Стабільно передавали дану ознаку гібридам лінії ДК633 та AS3070 (Lancaster C103), ДК427 (Lancaster Oh43) та ДК277-10 (Iodent). Оцінки загальної комбінаційної здатності ліній за ознакою „висота

прикріплення качана” у простих та трилінійних гібридах залежали виключно від генотипу гібридів, що досліджувались, і стабільних достовірних змін під дією умов вирощування не зафіксовано. Проте виявлені високі взаємозв'язки між висотою прикріплення качана у ліній *per se* та їх оцінками ЗКЗ за даною ознакою незалежно від типу гібрида та умов вирощування, а також стійкі кореляції між оцінками ліній *per se* за висотою прикріплення качана та оцінками ефектів ЗКЗ ліній за ознакою „збиральна вологість зерна” ($r=0,56-0,80$).

При вивченні комбінаційної здатності за елементами структури врожаю не виявлено впливу густоти стояння рослин на варіювання більшості ознак та оцінок ЗКЗ ліній, а відмічено лише переважний вплив на них умов року та генотипу. Виявлено значну генетичну зумовленість прояву ознак „діаметр качана”, „натура зерна” та „кількість зерен в ряду” на основі достовірно високих коефіцієнтів кореляції між оцінками ліній *per se* та їх ефектами ЗКЗ за даними ознаками ($r=0,51-0,90$). Високим рівнем оцінок ефектів ЗКЗ відносно більшості елементів структури врожаю характеризувалися лінії генетичної групи Lancaster C103 та лінія ДК146/527 (плазма BSSS).

Головною вимогою при використанні простих міжлінійних та споріднених гібридів як материнської форми для трилінійних і простих модифікованих гібридів є їх висока комбінаційна здатність за врожайністю зерна. Серед споріднених гібридів максимальний рівень оцінок ЗКЗ мали зразки, отримані за участю ліній генетичної плазми Lancaster C103. Серед простих міжлінійних гібридів максимальною толерантністю до загущення і адаптованістю до стресових умов відзначилися зразки гетерозисної моделі Iodent×C103, які збільшували оцінки ефектів ЗКЗ при загущенні посіву. Комбінація ДК411×ДК633/503 була кращою материнською формою при створенні трилінійних гібридів, а для отримання простих модифікованих комбінацій краще використовувати споріднені гібриди AS3070×ДК633/503 та ДК146/527×ДК507.

Аналіз оцінок ЗКЗ за ознакою „збиральна вологість зерна” засвідчив, що серед споріднених гібридів кращими були ті, до складу яких входили лінії плазми Iodent, а серед простих міжлінійних – отримані за гетерозисною схемою Iodent×Oh43. Комбінаційна здатність гібридів за ознакою „висота прикріплення качана” була менш мінливою, ніж за ознакою „висота рослин”, і на неї у більшій мірі впливали генотип гібрида та умови року. Визначено, що переважна кількість гібридів за оцінками ЗКЗ належала до 2 класу. Проте, кількість комбінацій з оцінками ЗКЗ 3 класу з погіршенням умов поступово збільшувалась. Винятком був показник „вологість зерна”, за яким число гібридів як 1, так і 3 класу значень зменшувалось.

Адаптивний потенціал та екологічна стабільність генотипів

Одна з головних задач сучасної селекції є значне підвищення адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур, отримання форм, що поєднують високу продуктивність зі стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища. Після вивчення адаптивних параметрів інбредних ліній у семи середовищах за показником загальної адаптивної здатності (ЗАЗ_i) найкращими

виявились лінії ДК205/710, ДК277-10 та ДК633, які мали значення відповідно 0,77; 0,65 і 0,63 т/га (табл. 5).

Таблиця 5

Параметри адаптивної здатності та екологічної стабільності інбредних ліній за урожайністю зерна (2004-2006 рр.)

Генетична плазма	Назва лінії	$ЗАЗ_i$, т/га	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	Варіанса $САЗ_i$, $\sigma^2_{САЗ(i)}$	Коеф. регресії, b_i	Середньоквадр. відхилення від лінії регресії s^2_{di}	СЦГ _i
BSSS	ДК507	0,19	0,13	2,69	1,03	0,202	1,87
	ДК377	-0,21	0,05	3,11	1,13	0,065	1,34
	ДК146/527	0,37	0,30	4,31	1,32	0,108	1,59
Lancaster C103	ДК633	0,63	0,25	3,54	1,17	0,269	2,06
	ДК633/503	-1,43	1,37	0,31	0,28	0,195	1,42
	AS3070	-0,35	-0,02	2,21	0,96	0,021	1,50
Lancaster Oh43	ДК427	-1,44	0,44	1,14	0,65	0,206	0,86
	ДК421	0,51	0,82	2,99	0,95	1,027	2,11
	ДК416	0,13	0,27	3,55	1,17	0,293	1,56
Iodent	ДК411	0,18	0,46	3,49	1,12	0,559	1,62
	ДК205/710	0,77	0,12	3,45	1,18	0,094	2,23
	ДК277-10	0,65	0,12	2,76	1,04	0,190	2,32
База для порівняння		—	0,36	2,80	1,00	0,390	1,71
НІР ₀₅		0,66	—	—	0,27	—	—

Найбільш стабільними та найменш продуктивними виявилися лінії ДК633/503 та ДК427 зі значеннями варіанси $САЗ_i$ ($\sigma^2_{САЗ(i)}$) = 0,31 і 1,14 та $ЗАЗ_i$ = -1,43 і -1,44 т/га відповідно. Слід також відзначити гомеостатичний тип реакції цих ліній на покращення умов вирощування (відповідно коефіцієнт регресії b_i = 0,28 і 0,65). До інтенсивних генотипів, серед досліджуваних ліній кукурудзи, належить тільки одна – ДК146/527 із значенням b_i – 1,32, тобто вона характеризується високою позитивною реакцією на покращення умов середовища, сильною негативною реакцією на їх погіршення і придатна для вирощування переважно на високих агрофонах. Решта ліній (9 з 12) мали коефіцієнт регресії (b_i) близько 1,0 і відносяться до середньопластичних генотипів, які добре та помірно реагують на зміни умов вирощування. Достовірним середньоквадратичним відхиленням від лінії регресії (s^2_{di}) характеризувалися лише дві лінії ДК421 та ДК411, тобто вони відзначаються низькою екологічною стабільністю і не здатні забезпечувати гарантованого врожаю зерна.

У цілому, серед генетичних плазм найкращими за середніми показниками $ЗАЗ_i$ та СЦГ_i були лінії гетерозисної групи Iodent. До ліній інтенсивного типу слід віднести лінії плазми BSSS, а представники групи Lancaster Oh43 виявились найбільш нестабільними (середнє s^2_{di} = 0,508). Інбредні лінії гетерозисної групи Lancaster C103 мали найнижчу $ЗАЗ_i$ (-0,38 т/га). Проте, поряд з цим вони мали найнижчу варіансу $САЗ_i$ (2,02) та досить високу середню СЦГ_i – 1,66, що свідчить про їх стабільність у виявленні свого потенціалу в різних умовах вирощування.

При селекції на високу продуктивність та стабільність генотипів великий інтерес має оцінка середовищ як фонів для подальшого добору. Так, найбільша диференціююча здатність проявлялася у середовищах № 1, № 2 і № 4, тобто в умовах дослідного господарства „Дніпро” у 2005 р. при обох густотах та в 2006 р. на густоті рослин 60 тис./га. Найменша диференціююча здатність була притаманна умовам Розівської ДС в 2005 р. і 2006 р. – 0,24 і 0,09 відповідно. Це, перш за все, пов’язано з низькою продуктивністю ліній у ці роки.

Між ефектами середовищ та їх диференціюючою здатністю спостерігався певний зв’язок. Найбільшим поліморфізмом відзначилися середовища дослідного господарства „Дніпро” в 2005 р., в яких також сильніше виявляються ефекти дестабілізації (відповідно $K_{ek}=3,17$ і $3,75$). Ці середовища, а також умови ДГ „Дніпро” при 60 тис./га у 2006 р. можна вважати аналізуючими. Середовища № 6 та № 7 (Розівська ДС в 2005 і 2006 рр.) є нівелюючими фонами, так як відмічаються несприятливими умовами, мінімальним поліформізмом ($\sigma^2_{дзс(k)}=0,24$ і $0,09$) та сильним ефектом компенсації ($K_{ek}=0,48$ і $0,17$ відповідно). Стабілізуючими фонами виявилися середовища № 3 і № 5. Таким чином, оптимальні фони для добору – середовище № 2 і № 4 (умови ДГ „Дніпро” при густоті стояння рослин 60 тис./га), в яких незважаючи на рік вивчення склалися найкращі умови для добору та оцінки інбредних ліній кукурудзи.

Вивчення параметрів адаптивності простих гетерозисних гібридів проведено у 7 середовищах вирощування протягом трьох років. Найкращими за показником загальної адаптивної здатності були гібриди моделі Iodent×C103 ($3A3_i=0,51$ т/га). Комбінації, отримані за схемою Iodent×BSSS, були найбільш інтенсивними ($b_i=1,068$) і мали максимальне варіювання $3A3_i$ ($\sigma^2_{3A3(i)}=7,9$). Гібриди гетерозисної моделі Oh43×BSSS мали найслабшу реакцію на умови вирощування ($b_i=0,999$), а гібриди моделі Iodent×C103 виявилися найбільш селекційно цінними ($СЦГ_i=3,70$), проте були порівняно нестабільними ($s^2_{di}=0,32$). Кращим простим гібридом за ефектом $3A3_i$ за урожайністю зерна був ДК411×ДК633 ($3A3_i=0,96$ т/га). Підвищеною стабільністю відзначилися гібриди ДК421×ДК146/527 та ДК421×ДК507 (відповідно $\sigma^2_{3A3(i)} = 5,40$ та $5,44$), але вони мали низькі ефекти $3A3_i$ ($-0,46$ і $-0,16$ т/га). За оцінками пластичності лише 3 гібриди віднесені до високоінтенсивних генотипів: ДК277-10×ДК416, ДК411×ДК377 та ДК633×ДК507, які мали коефіцієнти регресії $b_i>1,156$. Ці генотипи мають максимальний відгук на покращення умов середовища і рекомендуються для вирощування у більш інтенсивних умовах вирощування. Решта (94,4 %) гетерозисних гібридів є середньопластичні і здатні змінювати свою урожайність адекватно до змін умов вирощування.

Результати оцінки середовищ як фону для добору більш адаптивних простих гібридів показали, що найбільшим ефектом компенсації відзначаються умови Розівської ДС 2006 р. ($K_{ek}=0,38$), тобто вони є нівелюючим фоном. Для фонів № 1 і № 2 (ДГ „Дніпро” 40 та 60 тис.рослин/га, 2005 р.) характерні ефекти дестабілізації (відповідно $K_{ek}=3,10$ і $2,68$), отже їх можна визнати аналізуючими фонами. Середовища № 3-6 можна вважати стабілізуючими, у них ефекти компенсації середовища наближаються до 1,0.

Найкращою гетерозисною моделлю серед простих модифікованих гібридів була (C103)×BSSS ($3A3_i=0,57$ т/га). Слід відзначити, що гібриди цієї моделі мали найвищі значення за всіма показниками, що вивчалися, і вони виявились найбільш інтенсивними ($b_i=1,126$) та найменш стабільними у різних середовищах (s^2_{di} та $\sigma^2_{CA3(i)}$ відповідно найвищі 0,282 та 9,18). Загалом, у геномах чотирьох кращих моделей простих модифікованих гібридів 50 % складали лінії плазми Lancaster C103. Серед трилінійних комбінацій кращі середні значення $3A3_i$ мали гібриди отримані за схемою (Iodent×BSSS)×C103. Трилінійні гібриди порівняно з простими модифікованими мали більш рівні та близькі оцінки пластичності (b_i) та стабільності ($\sigma^2_{CA3(i)}$), що вказує на їх більшу екологічну стабільність та середньопластичний тип реакції на зміни умов вирощування. Серед вивчених простих модифікованих та трилінійних гібридів найвищі ефекти $3A3_i$ мали (ДК633/503×ДК633)×ДК146/527 та (ДК416×ДК146/527)×ДК411 з оцінками 1,39 та 1,20 т/га відповідно, а також виділено лінії ДК146/527 та ДК411, які були у складі 7 і 5 гібридів з вибраних 10 найкращих комбінацій за адаптаційними ознаками з урожайності зерна.

Виявлено, що серед простих модифікованих гібридів 9,25 % віднесені до інтенсивних генотипів (b_i достовірно >1), і 9,25 % до гомеостатичних. Серед трилінійних гібридів кількість гомеостатичних та високоінтенсивних генотипів теж була однаковою – по 20 комбінацій (6,2 %). Аналіз середовищ вирощування як фонів для добору адаптованих трилінійних гібридів кукурудзи виявив, що при збільшенні густоти стояння рослин до 60 тис./га за всіма показниками спостерігалось зростання диференціюючих можливостей середовища, що підтверджує твердження про ефективність застосування ущільнених посівів для вивчення адаптаційних характеристик та екологічних можливостей генотипів.

У результаті проведених досліджень виділено гібриди стійкі до стресових умов, які характеризуються кращою загальною адаптивною здатністю і вищою (на 7,4-11,1 %) урожайністю зерна за районований гібрид-стандарт з меншою його вологістю (на 1,3-2,6 %).

До Державного реєстру сортів рослин України на 2009 р. внесено гібриди Орільський 357СВ та Бистриця 400МВ і передано на державне сортовипробування гібриди Красилів 327МВ, Ніжин, Ружн та Ірша.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі проведено теоретичне узагальнення і вирішення практичних задач по встановленню селекційної та господарської цінності базових самозапиленних ліній кукурудзи різних зародкових плазм при створенні середньостиглих та середньопізніх гібридів, адаптованих до умов Степу України, на основі оцінки основних морфо-біологічних та господарсько-цінних ознак.

1. Вивчення інбредних ліній різних зародкових плазм за продуктивністю та збиральною вологістю зерна дозволило виділити інбредні лінії генетичних плазм Iodent і Lancaster C103 як досить стабільні та адаптовані до посушливих умов вирощування.

2. Серед досліджуваних гібридів різних типів найбільш високоврожайними та вирівняними за морфо-біологічними ознаками виявилися прості гетерозисні гібриди. Виявлено значний вплив загущення посіву на продуктивність всіх типів гібридів. У сприятливі роки загущення сприяє збільшенню урожайності, а в стресові його дія протилежна. Серед гібридів з позитивною реакцією на загущення посівів домінували комбінації, 50 % геному яких складають лінії генетичної плазми Iodent.
3. Відмічено вищу екологічну стабільність та буферність гібридів з більш складною генетичною структурою. Мінімальні коливання середньо-популяційних показників урожайності та інших морфо-біологічних показників були у трилінійних гібридів.
4. Випробування різних за гетерозисним складом зразків дало змогу виявити найкращі гетерозисні моделі простих та простих модифікованих гібридів: C103×BSSS і Iodent×C103, а також трилінійних – (Iodent×BSSS)×C103 і (Oh43×BSSS)×C103. Для них характерна наявність у геномі 50 % ліній зародкової плазми Lancaster C103, що свідчить про їхню надзвичайну здатність синтезувати високопродуктивні гібриди, адаптовані до умов Степу України.
5. Виявлено, що присутність ліній зародкової плазми Iodent та Lancaster Oh43 сприяє отриманню гібридних комбінацій з низькою середньою збиральною вологістю зерна на рівні 17,5-17,9 %. Лінії цих груп слід використовувати для створення гібридів з інтенсивною вологовіддачею зерном при дозріванні.
6. Отримані тотожні оцінки ефектів ЗКЗ за урожайністю зерна та морфо-біологічними ознаками як окремих самозапилених ліній, так і генетичних груп в цілому при використанні різних за гетерогенністю тестерів. У стресових умовах вирощування виділено лінії, які мають високі оцінки ефектів ЗКЗ за рядом ознак, такі як: ДК146/527 (BSSS), ДК633, ДК633/503, AS3070 (Lancaster C103), ДК416 (Lancaster Oh43), ДК411 (Iodent).
7. Визначено гібридні комбінації з високими оцінками ефектів ЗКЗ за урожайністю зерна, які не погіршують їх і у стресових умовах вирощування. До них відносяться споріднені гібриди генетичної групи Lancaster C103 та прості гібриди гетерозисної моделі Iodent×C103. Найкращими материнськими формами для трилінійних гібридів виявились ДК411×ДК633/503, AS3070×ДК633/503, ДК416×ДК633/503. Встановлена важлива роль фактору загущення посіву у диференціації ефектів ЗКЗ генотипів за урожайністю зерна.
8. Виявлена висока генетична зумовленість в успадкуванні у гібридних комбінаціях будь-якої складності таких ознак, як вологість зерна, висота прикріплення качана, діаметр качана, натура зерна та кількість зерен в ряду.
9. Умови року та щільність посіву негативно впливають на такі елементи структури врожаю як „маса качана”, „маса 1000 зерен”, „довжина качана”, „діаметр качана”. Тому при створенні гібридів, адаптованих до умов Степу, необхідно вести добір вихідного матеріалу зі стабільним проявом даних ознак.
10. Оцінка адаптивної здатності та екологічної стабільності дозволила виділити кращі гетерозисні моделі і гібридні комбінації та віднести більшість

генотипів до стабільних. Виділено гібриди, які стійкі до стресових умов, толерантні до загущення посівів та характеризуються кращою загальною адаптивною здатністю і вищою (на 7,4-11,1 %) урожайністю зерна за районований гібрид-стандарт з нижчою його вологістю (на 1,3-2,6 %). За участю вивчених ліній створено занесені до Державного реєстру сортів гібриди Орільський 357СВ і Бистриця 400МВ, а також передані на Державне сортовипробування гібриди Красилів 327МВ, Ніжин, Ружн та Ірша.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

1. Підвищені густоти стояння рослин є ефективним фоном для диференціації генотипів за основними господарсько-цінними ознаками, морфо-біологічними показниками та комбінаційною здатністю, а також можуть використовуватись при доборі селекційного матеріалу за екологічною стабільністю та стійкістю до стресових умов вирощування.
2. При селекції адаптованих до умов Степу України середньостиглих та середньопізніх гібридів, толерантних до загущення посівів зі стабільною високою урожайністю зерна, доцільно використовувати такі інбредні лінії як ДК146/527 (плазма BSSS), ДК633, AS3070 (плазма Lancaster C103), ДК416 та ДК411 (плазма Lancaster Oh43).
3. Для вирощування на зерно у степовій зоні України рекомендується використовувати середньостиглі гібриди Орільський 357СВ та Бистриця 400МВ, які внесені до Державного реєстру сортів рослин України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Селекційна оцінка самозапилених ліній кукурудзи різних генетичних плазм в умовах південно-східного Степу України / С. П. Антонюк, І. Д. Галечко, В. І. Мотренко, М. М. Федько // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2007. – № 30. – С. 104-109. (Особистий внесок: проведення досліджень, статистична обробка даних).
2. Федько М. М. Оцінка *per se* інбредних ліній кукурудзи різних зародкових плазм / М. М. Федько // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2007. – № 31-32. – С. 66-71.
3. Антонюк С. П. Сучасна гетерозисна модель простого гібрида / С. П. Антонюк, М. М. Федько // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – Дніпропетровськ, 2008. – № 33-34. – С. 127-131. (Особистий внесок: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).
4. Комбінаційна здатність та адаптаційний потенціал ліній кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, С. П. Антонюк, І. Д. Галечко, М. М. Федько // Таврійський науковий вісник : Науковий журнал. – Херсон : Айлант, 2008. – Вип. 58. – С. 7-16. (Особистий внесок: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).
5. Дзюбецький Б. В. Сучасний тип трьохлінійного гібрида кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, С. П. Антонюк, М. М. Федько // Селекція і насінництво :

Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків, 2008. – Вип. 96. – С. 121-128. (Особистий внесок: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

6. Федько М. М. Цінність ліній кукурудзи різних зародкових плазм у селекції посухо- та жаростійких гібридів / М. М. Федько // Матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених „Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво”. – Київ-Чабани : ІЗ УААН, 2004. – С. 89-90.
7. Федько М. М. Селекційна цінність ліній кукурудзи різних зародкових плазм при селекції посухо- та жаростійких гібридів для умов Степу України / М. М. Федько // Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф. молодих вчених „Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв”. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 2006. – С. 62-63.

Анотація

Федько М. М. Селекційна цінність самозапилених ліній кукурудзи різних зародкових плазм при створенні гібридів адаптованих до умов Степу України. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція рослин. – Інститут зернового господарства УААН, Дніпропетровськ, 2009.

Проведено комплексну оцінку самозапилених ліній кукурудзи різних зародкових плазм (BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43, Iodent) на адаптивну здатність та екологічну стабільність за продуктивністю і морфо-біологічними показниками в різних умовах вирощування (густота стояння рослин 40 і 60 тис./га). Визначена реакція інбредних ліній кукурудзи та їх тесткросів на загущення посіву залежно від їх генетичного походження. Представлено варіювання ефектів комбінаційної здатності ліній та простих гібридів за урожайністю зерна та морфо-біологічними показниками залежно від року вивчення та густоти стояння рослин. Доведено ефективність використання підвищених густот стояння рослин для оцінки селекційного матеріалу за стійкістю до стресових умов вирощування. Виявлені гетерозисні моделі кращих гібридних комбінацій з широким адаптивним потенціалом та екологічною стабільністю.

Ключові слова: кукурудза, самозапилена лінія, зародкова плазма, комбінаційна здатність, гетерозисна модель, густота стояння, екологічна стабільність, адаптація.

Аннотация

Федько Н.Н. Селекционная ценность самоопыленных линий кукурузы разных зародышевых плазм при создании гибридов адаптированных к условиям Степи Украины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 – селекция растений. – Институт зернового хозяйства УААН, Днепропетровск, 2009.

В диссертации представлены результаты селекционной оценки самоопыленных линий кукурузы разных зародышевых плазм (BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43, Iodent) на адаптивную способность и экологическую стабильность в различных условиях выращивания (густота стояния растений 40 и 60 тыс./га). Определена реакция инбредных линий кукурузы на загущение посева, из которой следует, что наиболее толерантными к воздействию стресса были линии генетической плазмы Iodent, у которых средняя прибавка урожайности по группе при увеличении густоты стояния была на уровне 17,4 – 20,5 %.

Из испытанных гибридов разных типов, наиболее урожайными были простые гетерозисные комбинации, а большую экологическую стабильность и популяционную буферность отмечено у генотипов с более сложной генетической структурой. Минимальные колебания среднепопуляционных показателей продуктивности и морфо-биологических показателей были отмечены у трёхлинейных гибридов. Обнаружено значительное влияние загущения посева на продуктивность всех типов гибридов, которое в благоприятные годы способствует увеличению урожайности, а в стрессовые его действие обратное. Среди гибридов с положительной реакцией на увеличение густоты стояния растений преобладали комбинации, в которых 50 % генома составляли линии генетической плазмы Iodent.

По результатам испытания различных по гетерозисному составу гибридов были выделены лучшие гетерозисные модели простых и простых модифицированных гибридов (C103×BSSS и Iodent×C103), а также трёхлинейные комбинации – (Iodent×BSSS)×C103 и (Oh43×BSSS)×C103. Для них характерным является наличие 50 % линий зародышевой плазмы Lancaster C103, что свидетельствует об их высокой способности синтезировать высокоурожайные гибриды, адаптированные к условиям Степи Украины.

Изучение комбинационной способности линий в стрессовых условиях позволило выделить генотипы, которые имеют высокие оценки эффектов ОКС по урожайности зерна, такие как: ДК146/527 (BSSS), ДК633, ДК633/503, AS3070 (Lancaster C103), ДК416 (Lancaster Oh43), ДК411 (Iodent). При использовании различных по гетерогенности тестеров были получены тождественные оценки эффектов ОКС по урожайности и другим морфо-биологическим показателям, как по отдельным линиям, так и по генетическим группам в целом.

Обнаружена высокая генетическая обусловленность наследования в гибридах любой сложности таких признаков, как влажность зерна, высота прикрепления початка, диаметр початка, натура зерна и количество зерен в ряду. Установлено, что плотность посева и условия года негативно влияют на элементы структуры урожая: «масса початка», «масса 1000 семян», «длина початка», «диаметр початка». В связи с этим, при создании гибридов, адаптированных к условиям Степи Украины, необходимо проводить отбор исходного материала со стабильным проявлением этих признаков.

Доказано эффективность использования увеличения густоты стояния растений, как фона для отбора и оценки селекционного материала на устойчивость к стрессовым условиям выращивания. Оценка адаптивной

способности и экологической стабильности позволила выделить лучшие гибридные комбинации и их гетерозисные модели и отнести большинство генотипов к стабильным. Выделены гибриды, устойчивые к стрессовым условиям, толерантные к загущению посева, которые демонстрируют лучшую общую адаптивную способность и более высокую (на 7,4-11,1 %) продуктивность зерна в сравнении с районированным гибридом-стандартом с меньшей уборочной влажностью зерна (на 1,3-2,6 %). Рекомендованы для выращивания в Степи Украины новые высокоурожайные среднеспелые гибриды кукурузы Орильский 357СВ и Быстрица 400МВ, внесенные в Государственный реестр сортов растений Украины.

Ключевые слова: кукуруза, самоопыленная линия, зародышевая плазма, комбинационная способность, гетерозисная модель, густота стояния, экологическая стабильность, адаптация.

Summary

Fed'ko M.M. Selection value of the self-pollinated lines of corn of different germplasms for production of hybrids adapted to conditions of Steppe of Ukraine. - the Manuscript.

Thesis is for candidate of agricultural sciences degree by specialty 06.01.05 – Plant Breeding. - Grain Farming Institute UAAS, Dnipropetrovs'k, 2009.

The complex estimation of the self-pollinated lines of corn of different germplasms (BSSS, Lancaster C103, Lancaster Oh43, Iodent) on adaptive ability and ecological stability for efficiency and morfo-biological attributes in various conditions of cultivation (plant density 40 and 60 thousand plants per hectare) was performed. Reaction of inbred lines of corn and their testcrosses on plant density of crops depending on their genetic origin is defined. There is presented a variation of effects of combining ability of lines and simple hybrids on grain productivity and morfo-biological attributes, depending on year of studying and plant density. It is proved the efficiency of the increasing of plant density for the estimation of selection material on resistance to stressful conditions of cultivation. Heterotic patterns of the best hybrid combinations with wide adaptive potential and ecological stability are presented.

Keywords: corn, inbred line, germplasm, combining ability, heterotic patterns, plant density, ecological stability, adaptation.