

ВРОЖАЙНІСТЬ ТА АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ ГІБРИДІВ ЦУКРОВОЇ КУКУРУДЗИ НА СУХОДОЛІ ТА ПРИ ЗРОШЕННІ В СТЕПУ УКРАЇНИ

О. Є. Клімова, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут зернового господарства НААН України

К. В. Аргунова

Кримський інститут АПВ

Наведено результати досліджень врожайності гібридів цукрової кукурудзи на суходолі та в умовах зрошення у Степу України. Більш інтенсивний прояв ознак індивідуальної продуктивності рослин в зрошуваних умовах забезпечував високі рівні врожайності гібридів. Зміна фону воло-гозабезпечення зумовлює переорієнтацію генетичної організації структури продуктивності і процесу адаптації гібридів. Виділено вискооефективні гібриди, здатні формувати високу продуктивність зі стабільністю її реалізації при різних градієнтах зволоження.

Ключові слова: кукурудза цукрова, гібрид, адаптивна здатність, врожайність, індивідуальна продуктивність.

Аналіз стану виробництва продуктів харчування з зерна кукурудзи в Україні показує, що їх асортимент і кількість повною мірою не задовольняють потреби населення. В структурі посівних площ частка цукрової кукурудзи незначна. Враховуючи, що попит на зерно даної культури з кожним роком помітно зростає, передбачено розширити посівні площі цього підвиду кукурудзи [1, 2].

Умови степового регіону України сприятливі для вирощування цукрової кукурудзи [3, 4]. Але використання сортів, створених у 70–80-ті рр. минулого століття та гібридів зарубіжної селекції, що не пристосовані до екологічних умов зони Степу України, стримує впровадження цієї цінної культури у виробництво. Основним критерієм оцінки адаптивності генотипів в більшості селекційних програм є врожайність та її стабільність. Виходячи з цього важливим резервом збільшення виробництва товарної продукції є підвищення стабільності нових гібридів цукрової кукурудзи, тобто створення форм, які б поєднували високу реальну продуктивність з генетично зумовленою стійкістю чи толерантністю до різних умов вирощування [5].

Найбільш надійним методом вивчення адаптивних характеристик нових генотипів є екологічне випробування, що дає можливість оцінити гібриди не лише за врожайністю, але й вивчити реакцію генотипів на вплив умов зовнішнього середовища.

Метою наших досліджень було визначення реального рівня врожайності та адаптивного потенціалу гібридів цукрової кукурудзи, створених останніми роками в Інституті зернового господарства. Вони занесені до Реєстру рослин, придатних до поширення в Україні, а також передані на державне випробування.

Дослідження проводили в 2007–2009 рр. на Синельниківській селекційно-дослідній станції в північному Степу та в Кримському інституті агропромислового виробництва в зоні південного Степу. Погодні умови років досліджень в екологічних пунктах були несприятливими для росту і розвитку кукурудзи в зв'язку з високою середньодобовою температура-турою повітря і низькою його вологістю та значним дефіцитом опадів. Гідротермічні показники умов вегетації характеризувались жорсткою посухою як для зони північного (гідротермічні коефіцієнти становили 0,62; 0,54 і 0,48), так і південного Степу (ГТК=0,55; 0,60 і 0,67) відповідно в 2007–2009 рр.

Вивчення врожайності та адаптивної здатності нових гібридів цукрової кукурудзи на Синельниківській селекційно-дослідній станції проводили на виведеному із сівозміни полі при довготривалій (15–18 років) монокультурі без внесення органічних і мінеральних добрив. Густота стояння рослин 40 тис./га. В Кримському Інституті АПВ дану вибірку гібридів вирощували на демонстраційному полігоні, розташованому в зрошуваній

сівозміні. Агро-техніка – загальноприйнята для зони зрошення Криму, густина стояння рослин 60-65 тис./га. В обох випадках облікова площа ділянки становила 9,8 м² при дворазовому повторенні.

Недостачу опадів в південному Степу компенсували поливами, які проводили агрегатом "Сигма". Зрошувана норма в 2007 р. становила 1000 м³ (два поливи з нормою 500 м³), в 2008 р. – 2200 м³ (чотири поливи по 550 м³) і в 2009 р. – 2000 м³ (чотири поливи по 500 м³). В цих умовах під кукурудзу було внесено мінеральні добрива в рекомендованих для зони зрошення дозах: N₁₈₀P₁₂₀, в 2007 р. та N₁₂₀P₉₀ в 2008 і 2009 рр. Збирання товарної продукції проведено вручну в фазі технічної стиглості качанів. Статистична обробка експериментальних даних виконана згідно з відповідними методиками [6, 7].

Проведення досліджень на суходолі та при зрошенні дало можливість оцінити реальну врожайність гібридів цукрової кукурудзи в даних умовах вирощування (табл. 1) і встановити рівень прояву основних ознак індивідуальної продуктивності.

1. Врожайність кондиційних качанів (т/га) технічної стиглості гібридів цукрової кукурудзи в різних екоградієнтах

Гібрид (фактор В)	Екологічні пункти (фактор А)									
	Синельниківська селекційно-дослідна станція					Кримський інститут АПВ (Клепініно)				
	2007 р.	2008 р.	2009 р.	се-реднє	ранг	2007 р.	2008 р.	2009 р.	се-реднє	ранг
Арктур	4,02	4,52	3,074	4,09	10	9,23	13,75	10,59	10,14	10
Внесок	4,72	4,57	4,01	4,43	8	11,47	11,97	9,31	10,92	8
Спокуса	4,18	5,38	4,19	4,58	7	10,31	11,16	10,54	10,67	8
Сюрприз	4,08	4,85	3,75	4,23	9	15,32	15,62	10,25	13,70	3
Венілія	5,23	5,31	4,73	5,09	6	13,68	14,84	10,77	13,04	4
Гламур	5,27	6,55	4,92	5,58	5	14,02	12,93	11,33	12,76	5
Конкурент	6,21	7,17	6,95	6,78	1	16,43	18,03	13,30	15,94	2
Росич	5,80	6,27	6,17	6,08	3	15,75	17,06	16,07	16,47	1
Марічка	5,42	6,15	6,24	5,94	4	2,09	15,80	7,09	10,29	9
Медунка	5,98	7,00	6,80	6,59	2	9,08	15,07	10,08	11,41	6
Середнє	5,09	5,77	5,14	5,33	-	13,34	14,05	10,65	12,35	-
НІР _{0,05}	по фактору А = 0,052 по фактору В = 0,029 по взаємодії А x В = 0,091					по фактору А = 0,043 по фактору В = 0,234 по взаємодії А x В = 0,323				
Сила впливу, %	фактора А = 31,8 фактора В = 64,9 взаємодії А x В = 3,3					фактора А = 55,3 фактора В = 38,3 взаємодії А x В = 6,4				

Згідно з результатами аналізу двофакторних дослідів, проведених на суходолі та в умовах зрошення, за врожайністю качанів технічної стиглості без обгорток виділяються гібриди Конкурент і Росич. Вони відповідно рангам генотипів посідали 1-3 місце при вирощуванні в контрастних умовах зволоження та формували максимальну врожайність в обох екопунктах. Високою врожайністю характеризувався гібрид Медунка, отриманий за участю ліній модифікаторів цукрози su₁se₁. Рівень врожайності цих гібридів перевищував середньо-популяційні значення та був в межах істотності НІР_{0,05}. Надранній гібрид Арктур та раньо-стигли – Внесок і Спокуса в зв'язку з біологічними особливостями формували порівняно нижчу врожайність. При цьому в зрошуваних умовах дані гібриди реалізували свій генетичний потенціал більшою мірою врожайність качанів в середньому зростала до 12,53 т/га проти 5,33 т/га на суходолі. Сила впливу окремих факторів дослідів на формування врожайності в конкретних умовах вирощування була неадекватною. На суходолі вплив умов років досліджень був нижчим, ніж при зрошенні – на їх частку припадало 31,8 та 55,8% відповідно. В той же час на суходолі зростала роль генотипів гібридів. Сила їх впливу в цих умовах становила 64,9% проти 38,3% при зрошенні. Зрошення нівелювало формування врожайності більш інтенсивно, ніж богарні умови. Взаємодії обох факторів при формуванні врожайності в обох випадках були низькими та

практично рівнозначними і становили 3,3 і 6,4 %.

При оцінці ознак індивідуальної продуктивності гібридів цукрової кукурудзи виявлено більш низькі рівні їх прояву в жорстких посушливих умовах на низькому агрофоні Синельниківської селекційно-дослідної станції (табл. 2).

2. Прояв елементів індивідуальної продуктивності гібридів цукрової кукурудзи в різних умовах вирощування (2007–2009 рр.).

Гібрид	Синельниківська селекційно-дослідна станція					Кримський інститут АПВ (Клепініно)				
	качанів на рослину, шт	маса качана, г	висота, см		діб від сходів до технічної стиглості	качанів на рослину, шт	маса качана, г	висота, см		діб від сходів до технічної стиглості
			рослин	прикріплення качанів, см				рослин	прикріплення качанів	
Арктур	0,93	115	115	25	65	1,70	124	130	27	69
Внесок	0,94	137	134	27	67	1,73	1,52	145	31	72
Спокуса	0,96	145	146	33	69	1,63	167	152	36	74
Сюрприз	0,93	136	156	39	76	1,58	170	166	40	79
Венілія	0,98	149	166	41	77	1,53	194	178	49	79
Гламур	0,93	144	145	34	79	1,70	183	159	38	80
Конкурент	1,00	193	179	50	81	1,63	235	198	54	83
Росич	1,03	196	182	48	82	1,60	242	202	54	85
Марічка	0,97	165	160	37	77	1,70	198	169	52	79
Медунка	0,98	185	165	43	85	1,73	219	171	50	87

За кількістю продуктивних качанів, сформованих гібридами на суходолі, лише Конкурент і Росич характеризувались стабільною однокачанністю. Кількість качанів на рослинах інших гібридів коливалася в межах 0,93–0,97 шт. Безплідність рослин цих гібридів була низькою – лише 2,0–7,0%, що зумовлено генотипами батьківських форм, які добирались на мінімальний прояв даної ознаки. В зрошуваних умовах рослини гібридів оцінюваних генотипів схильні до формування двокачанності – кількість качанів зростала до 1,53–1,73 шт на рослину.

Важливого значення в формуванні врожайності набуває ознака "маса качана". Вона, як і інші кількісні ознаки, зумовлюються як генотипом гібридів, так і умовами зволоження. Ранньостиглі гібриди Арктур, Внесок та Спокуса при вирощуванні в богарних умовах формували, порівняно із середньоранніми формами, качани з меншою масою – 115–146 г проти 135–196 г. За рахунок зрошення дані показники підвищувались до 124–167 г та 170–242 відповідно до груп стиглості гібридів. Максимальну масу качанів зафіксовано серед ранньостиглих генотипів: Спокуса – 167 г, середньоранні Конкурент і Росич – 235–242 г. У Медунки маса качанів у цих умовах вирощування сягала 219 г. Ознаки "кількість качанів на рослині" і "маса качанів" в контрастних умовах зволоження були факторами, що стабілізують врожайність. При цьому зрошення посилювало значення даних модулів індивідуальної продуктивності рослин.

У цукрової кукурудзи ген su_1 детермінує більш низькі значення висоти рослин і висоти прикріплення качанів на стеблі, ніж у гібридів зернового типу. В зв'язку з цим рослини гібридів цукрової кукурудзи мали незначну висоту – 115–182 см в умовах суходолу та 130–202 см при зрошенні. За даною ознакою найбільш високорослі рослини притаманні гібридам Конкурент та Росич при оцінці в обох випадках. Мінімальну висоту рослини надраннього гібрида Арктур і ранньостиглого – Внесок формували на суходолі – 115–134 см, при зрошенні – 130–145 см.

Висота розташування качанів на стеблі пов'язана з висотою рослин. Якщо висота рослин гібридів була мінімальною, то й качани формувались низько як в богарних умовах, так і при зрошенні. На суходолі у гібридів Медунка, Росич і Конкурент висота прикріплення качанів характеризувалася найбільшими показниками – 43–50 см і 50–54 см

при зрошенні.

Під час досліджень встановлено, що тривалість вегетаційного періоду гібридів цукрової кукурудзи під дією зрошення змінюється неадекватно. У ранньостиглих форм період від сходів до настання технічної стиглості зерна збільшувався на 4–5 діб, в той час як у середньоранніх генотипів даний показник зростав лише на 1–3 доби. Високі температури та низька відносна вологість повітря у другій половині літа, навіть при зрошенні, стимулювали прискорення процесів органогенезу та наливання зерна у рослин середньоранніх гібридів більш інтенсивно, ніж у ранньостиглих, що й зумовлювало незначні коливання тривалості періоду вегетації у гібридів середньоранньої групи.

Значна модифікаційна мінливість врожайності та ознак індивідуальної продуктивності гібридів цукрової кукурудзи на суходолі та при зрошенні свідчить про наявність переорієнтації генетичної організації процесів морфогенезу рослин, що й створює передумови для більш інтенсивного їх розвитку та підвищує реалізацію потенційних можливостей щодо формування ними врожайності товарної продукції при зрошенні.

У зв'язку з високою детермінантністю врожайності гібридів цукрової кукурудзи умовами років досліджень та умовами вологозабезпечення, про що свідчить висока спряженість врожайності з умовами вирощування – $r=0,960-0,985$ на суходолі і $r=0,831-0,891$ при зрошенні, проведено вивчення параметрів їх адаптивної здатності та екологічної пластичності (табл. 3).

3. Адаптивна здатність і стабільність гібридів цукрової кукурудзи (2007–2009 рр.)

Гібрид	Синельниківська селекційно-дослідна станція					Кримський інститут АПВ (Клепініно)				
	ЗАЗ	САЗ	bi	Sgi	СЦГ	ЗАЗ	САЗ	bi	Sgi	СЦГ
Арктур	-1,24	0,16	0,95	9,63	2,02	-4,22	0,80	0,03	11,03	5,39
Внесок	-0,94	0,14	0,24	8,42	2,72	-1,28	1,18	0,65	9,82	7,76
Спокуса	-0,75	0,47	1,81	15,01	3,57	-0,93	2,91	1,58	22,55	10,46
Сюрприз	-1,11	0,31	1,39	13,35	1,25	0,69	1,55	0,44	9,63	4,42
Венілія	0,85	0,10	0,44	6,05	3,47	1,34	6,29	1,61	16,35	6,56
Гламур	0,24	0,74	2,17	15,38	1,05	0,41	1,64	0,47	10,06	1,77
Конкурент	1,43	0,25	0,96	7,35	4,15	3,58	5,45	1,37	14,63	8,83
Росич	0,74	0,06	0,46	3,95	4,81	4,12	0,78	0,44	5,37	13,78
Марічка	0,60	0,20	0,57	7,54	2,96	2,05	3,12	0,18	6,32	4,21
Медунка	1,25	0,80	1,00	8,20	3,74	1,68	7,76	1,47	27,87	8,85

Ефекти загальної адаптивної здатності (ЗАЗ) у гібридів Арктур і Внесок мали низькі негативні оцінки на суходолі і при зрошенні. У Спокуси в обох екопунктах ефекти ЗАЗ змінювались незначно та були також низькими і мали негативні абсолютні показники. Негативні вектори ЗАЗ вказують на зниження норми реакції цих генотипів при погіршенні умов вирощування років досліджень. Дані гібриди, незважаючи на значне зростання середньої їх врожайності при зрошенні, як генотипи з найбільш коротким вегетаційним періодом серед гібридів даної вибірки, мають вузьку норму загальної адаптивної здатності в різних умовах вологозабезпечення. Така ж норма реакції притаманна гібриду Гламур, ефекти його ЗАЗ були низькими, хоч і позитивними.

Гібрид Сюрприз змінював оцінки ЗАЗ з високих негативних (-1,11 т/га) на суходолі до середніх позитивних (ЗАЗ=0,69 т/га) при поліпшенні режиму зволоження. Загальна адаптивна здатність гібридів Венілія, Росич і Марічка характеризувалась середніми значеннями на суходолі (ЗАЗ=0,60–0,80 т/га). Зрошення посилювало ЗАЗ цих гібридів, їх ефекти досягали рівня 1,34–4,12 т/га, що вказує на значну зміну норми реакції загальної адаптації цих гібридів. Підвищеними та стабільними показниками ЗАЗ на обох фонах вивчення характеризувався гібрид Медунка, а найвищі ефекти ЗАЗ мав гібрид Конкурент. Генотипи цих гібридів відповідно визначеним параметрам ЗАЗ виявили значну нестабільність врожайності.

Тип специфічної адаптивної здатності (САЗ) гібридів значною мірою зумовлювався

умовами вирощування. Всі гібриди, за виключенням Гламур і Медунка, не здатні реалізувати свій потенціал на суходолі при аномальних умовах вологозабезпечення, оцінки варіанс САЗ у них були низькими. Дефіцит вологи та високі температури повітря при низькому агрофоні не дають змоги провести диференціацію їх генотипів за специфічною адаптивною здатністю. Максимально високі значення варіанс САЗ встановлено для гібридів Венілія, Конкурент та Медунка – 5,45–7,76 т/га проти 0,78–3,12 т/га у інших гібридів середньоранньої групи стиглості при зрошенні. Серед ранньостиглих форм підвищеними варіансами САЗ (2,91 т/га) характеризувався гібрид Спокуса.

Коефіцієнт пластичності (b_i) характеризує середню реакцію генотипів на умови вирощування і дає змогу прогнозувати зміну їх врожайності в межах умов, що вивчаються, тобто визначає тип гібрида. Встановлено, що Спокуса належить до гібридів інтенсивного типу і не змінює значень b_i в обох випадках. Він характеризується високими значеннями Sg_i , що підкреслює високу нестабільність його врожайності. До даного типу віднесено гібриди Сюрприз і Гламур при вирощуванні їх на суходолі ($b_i=1,39$ і $2,17$; $Sg_i=13,35$ і $15,35$). В разі вирощування гібридів в зрошуваних умовах, за рівнем пластичності їх можна віднести до гомео-статичних ($b_i=0,77$ і $0,78$) при високій нестабільності прояву врожайності ($Sg_i=9,63$ і $10,06$). При зміні умов зволоження, у гібрида Венілія переорієнтовується тип пластичності з гомео-статичного ($b_i=0,44$) на інтенсивний ($b_i=1,61$) і в обох випадках його ідентифікують як серед-ньостабільний. Високою гомеостатичністю в формуванні врожайності характеризувались гібриди Арктур, Внесок та Росич в умовах суходолу і при зрошенні. Даним генотипам в різних екопунтах притаманна підвищена постійність рівня врожайності. Гібриди Конкурент і Медунка за низького рівня вологозабезпечення віднесено до середньо-пластичних ($b_i=0,96$ і $1,00$) з середнім рівнем відносної стабільності врожайності ($Sg_i=7,35$ і $8,20$). Під дією зрошення дані генотипи ідентифіковано як інтенсивні – b_i у них значно перевершує 1,0 при максимально високих показниках стабільності. Одержані дані вказують, що відбувається переорієнтація генетичної організації структури адаптації генотипів умовами років досліджень та умовами зволоження, як і у випадку з ознаками індивідуальної продуктивності рослин.

За оцінками селекційної цінності генотипів (СЦГ), як для суходолу, так і для зрошуваних умов степового регіону, найбільш придатними є гібриди Спокуса, Венілія, Конкурент, Росич і Медунка, в яких найбільш вдало поєднуються високий рівень середньої врожайності з високою стабільністю її реалізації. Дані гібриди для реалізації своїх генотипових особливостей потребують комфортних умов вирощування, але завдяки своїм біологічним властивостям здатні протистояти дії стресів.

Висновки. Під час досліджень встановлено, що гібриди з широкою і вузькою нормою реакції поступаються за продуктивністю інтенсивним генотипам. Тому при доборі гібридів для певних умов зволоження потрібно орієнтуватись на універсальність конкретних генотипів. Оцінюючи реальну врожайність та ступінь адаптації, кращими для різних умов зволоження зони Степу є ранньостиглий гібрид Спокуса та середньоранні – Венілія, Конкурент, Росич і Медунка.

Бібліографічний список

1. Гаврилюк В. Сахарная кукуруза / В. Гаврилюк, М. Дмитришак // Овощеводство. – 2005. – № 4. – С. 46–49.
2. Євтушенко Г.О. Елементи екологічно безпечної технології вирощування цукрової кукурудзи в умовах сходу України: автореф. дис. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.08 – "Рослинництво" / Ін-т зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ. – 2000. – 17 с.
3. Циков В.С. Кукуруза; технология, гибриды, семена / В.С. Циков. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 248 с.

4. *Філін'єв І.Д.* Вплив густоти стояння рослин на урожайність цукрової кукурудзи при різних фонах живлення. / *І.Д. Філін'єв, С.М. Грабовецький* // Зрошуване землеробство. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 45–47.
5. *Кильчевский А.В.* Экологическая селекция растений / *А.В Кильчевский, Л.В. Хотылёва.* – Минск.: Технология, 1977. – 372 с.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов.* – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.
7. *Кильчевский А.В.* Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. / *А.В. Кильчевский. Л.В. Хотылёва* // Генетика. – 1985. – Т. XXX. – № 9 – С. 1481–1490.