

WŁADYSŁAW KADŁUBIEC¹**RAFAŁ KURIATA**¹**CECYLIA KARWOWSKA**²**ZBIGNIEW KURCZYCH**²¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu² Hodowla Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc”

Ocena wartości hodowlanej linii wsobnych kukurydzy

Estimation of breeding values of inbred lines of maize

Badano 48 mieszańców pojedynczych otrzymanych ze skrzyżowania 6 linii wsobnych (1566-5, 1573-2, 1581-11, 1581-7, 1585-4, 1591-2) z 8 testerami (K182, K188, K194, K231, K296, K324, K376, S335) w układzie czynnikowym. Doświadczenie założono metodą bloków niekompletnych w dwóch miejscowościach (Kobierzycy i Smolice). Wykonano pomiary następujących cech: plonu ziarna z poletka przy 15% wilgotności, procentowej zawartości suchej masy w ziarnie, procentu roślin porażonych głownią, procentu roślin wyległych przed zbiorem oraz odporności na krzewienie. Wykonano analizę wariancji dla ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej oraz oszacowano efekty GCA i SCA. Stwierdzono zróżnicowanie środowisk pod względem badanych cech. Wykazano istotną interakcję GCA ze środowiskami dla procentowej zawartości suchej masy w ziarnie, procentu roślin porażonych głownią, procentu roślin wyległych przed zbiorem oraz odporności na krzewienie, jedynie dla plonu ziarna efekty GCA linii były stabilne, co jest cenną informacją dla hodowcy. Istotną interakcję SCA ze środowiskami stwierdzono dla wszystkich badanych cech, z wyjątkiem plonu, co świadczy o tym, że badane mieszańce dla ostatniej cechy nie reagowały na zmienne warunki środowisk.

Słowa kluczowe: kukurydza, mieszaniec, plon, zdolność kombinacyjna

The offspring of 6 maternal dent form lines (1566-5, 1573-2, 1581-11, 1581-7, 1585-4, 1591-2) crossed with 8 testers (K182, K188, K194, K231, K296, K324, K376, S335) were investigated. The experiments were carried out at two locations (Kobierzycy and Smolice) with two replications using incomplete block design. Data were recorded for grain yield, dry matter content, lodging before harvest, tillering and smutted plants. Analyses of general and specific combining ability were done. Significant differences between environments for all studied traits were found. The interaction between GCA effect and environment was insignificant for grain yield, which is the valuable information for breeders. Insignificant interaction SCA effects with environment $\times$ were shown for grain yield.

Key words: combining ability, hybrid, maize, yield

WSTĘP

Podstawowym celem, który towarzyszy hodowli i selekcji linii wsobnych jest wytworzenie na drodze krzyżowania plennych i wartościowych pod każdym innym względem form mieszańcowych, które swoją wartością przewyższą istniejące (Troyer, 1999; Bilski i in., 1997). Selekcja prowadzona wśród linii w trakcie procesu hodowli, a oparta na wizualnej ocenie pozwala tylko częściowo ocenić ich wartość. O ile ocena ta ma duże znaczenie we wczesnych etapach hodowli linii, gdzie eliminuje się formy, które swoim fenotypem odbiegają od pożądanego ideotypu to przy jej pomocy hodowca nie ma możliwości oceny zdolności przekazywania danej cechy ilościowej na potomstwo. W zrealizowaniu tego celu z pomocą przychodzą narzędzia analizy statystyczno-genetycznej. Jednym z najczęściej szacowanych parametrów jest ogólna i swoista wartość kombinacyjna (Griffing, 1956; Królikowski, 1973; Piovarci, 1975). O ile ocena ogólnej zdolności kombinacyjnej pochłania stosunkowo mało nakładów pracy jak i materialnych to ocena swoistej zdolności kombinacyjnej z racji wymagań metodycznych angażuje dużo środków. Z tego względu w hodowli odmian mieszańcowych w pierwszej kolejności ocenia się ogólną wartość kombinacyjną, a następnie po znacznym ograniczeniu liczności ocenianych linii szacuje się swoistą wartość kombinacyjną linii tworzących formy mieszańcowe.

Celem badań było oszacowanie zdolności kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Badano 48 mieszańców pojedynczych otrzymanych ze skrzyżowania 6 zębokształtnych linii wsobnych (1566-5, 1573-2, 1581-11, 1581-7, 1585-4, 1591-2) z 8 testerami (K182, K188, K194, K231, K296, K324, K376, S335) w układzie czynnikowym. Linie z symbolem K są hodowli własnej z Kobierzyc, natomiast z symbolem S są hodowli ze Smolic. Po serii doświadczeń ustalono linie: 1566-5, 1573-2, 1585-4, 1591-2 i uzyskały one odpowiednie symbole: K434, K435, K436, K437. Pozostałe linie były nieustalone o stopniu wsobności S₇. Linie wyprowadzono z mieszańców pojedynczych krajowych i zagranicznych z kombinacji linii zagranicznych oraz z krzyżówek wypierających. Doświadczenie założono metodą bloków niekompletnych w dwóch powtórzeniach, w dwóch miejscowościach (Kobierzyce i Smolice). Ziarno wysiano 22 kwietnia 2004 roku na poletkach 5 m² w dwóch rzędkach, a zbioru dokonano 28 września. Zastosowano następujące nawożenie: 140 kg N, 84 kg P₂O₅, 128 kg K₂O na hektar. Wykonano oprysk herbicydem PRIM EXTRA 31 plus 0,3 kg Gesparim 90 na hektar. Wykonano pomiary następujących cech: plonu ziarna z poletka przy 15% wilgotności, procentowej zawartości suchej masy w ziarnie, procentu roślin porażonych głownią, procentu roślin wyległych przed zbiorem oraz odporności na krzewienie. Wykonano analizę wariancji dla ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej na średnich ze środowisk oraz oszacowano efekty GCA i SCA. Analiza wariancji została wykonana według modelu mieszanego. Wszystkie przeprowadzone testy ogólne przedstawione są za pomocą statystyki F. Wyraża ona stosunek dwóch odpowiednich średnich kwadratów, z wyjątkiem

testu dla GCA i SCA, który oparty jest na wielowymiarowej statystyce Hotellinga T^2 , przekształcaną następnie w statystykę F, oraz testach interakcji GCA $\times$ środowisk i SCA $\times$ środowiska opartych na statystyce Hotellinga-Lawleya T^2_0 , także przekształconej w statystykę F. Otrzymane wartości statystyki F porównuje się z odpowiednimi wartościami krytycznymi na poziomie istotności 0,05

WYNIKI

Na podstawie analizy wariancji stwierdzono istotne różnice między środowiskami oraz istotność interakcji efektów GCA i SCA ze środowiskami dla procentu roślin porażonych głownią, odporności na krzewienie, procentu roślin wyległych przed zbiorem, zawartości suchej masy (tab. 1).

Tabela 1

Średnie kwadraty zmienności badanych cech
Mean squares for investigated traits

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square				
		procent roślin porażonych głownia percentage of smutted plant	odporność na krzewienie tillering resistance	procent roślin wyległych przed zbiorem percentage of lodged plants	zawartość suchej masy w ziarnie dry matter content	plon ziarna grain yield
Środowiska Environments	1	534,51*	122,98*	446,36*	107,52*	51,73*
GCA	5	4,43	1,75	12,33	4,26	0,52
GCA $\times$ środowiska GCA $\times$ environments	5	3,98*	1,75*	9,21*	0,80*	0,09
SCA	35	4,76	1,07	30,39	2,17	1,41
SCA $\times$ środowiska SCA $\times$ environments	35	4,62*	1,07*	26,62*	0,93*	0,47
Błąd Error	100	4,09	0,30	24,83	0,42	0,35

* Istotność na poziomie $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

Istotne różnice między efektami GCA w miejscowościach wykazano dla porażenia głownią u trzech badanych obiektów tj. linii 1581-7, 1585-4 i 1591-2, dla odporności na krzewienie stwierdzono taką zależność dla wszystkich badanych obiektów. W przypadku procentu roślin, które wyległy przed zbiorem tylko jedna linia, tj. 1573-2 wykazuje istotność różnicy efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej w środowiskach. Istotność różnicy efektów dla zawartości suchej masy w ziarnie wykazano dla dwóch linii: 1773-2 i 1585-4, natomiast dla plonu ziarna nie stwierdzono istotności różnic efektów dla żadnego z badanych obiektów (tab. 2).

Analizując efekty swoistej zdolności kombinacyjnej mieszańców w środowiskach dla procentu roślin porażonych przez głownię stwierdzono istotność różnic u dwóch form: 1573-2 $\times$ K324 i 1585-4 $\times$ K296, a dla odporności na krzewienie u 13 mieszańców.

Tabela 2

Ocena efektów GCA dla linii w poszczególnych środowiskach
GCA effects in lines across environments

Linia Line	Procent roślin porażonych głownią Percentage of smutted plant		Odporność na krzewienie Tillering resistance		Procent roślin wyległych przed zbiorem Percentage of lodged plants		Zawartość suchej masy w ziarnie Dry matter content		Plon ziarna Grain yield	
	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice
1566-5	1,82	-0,01	-1,64	0,00*	-4,80	-0,63	1,76	1,59	-0,13	-0,72
1573-2	0,10	-0,17	0,87	0,00*	6,10	-0,41*	1,55	-0,05*	-0,37	0,15
1581-11	0,21	-0,17	1,05	0,00*	3,22	1,28	0,91	0,59	-0,76	-0,39
1581-7	4,24	0,31*	-2,95	0,00*	2,64	0,39	0,23	-0,21	-0,15	-0,05
1585-4	-2,84	0,00*	1,93	0,00*	-3,51	-1,32	-1,80	0,44*	0,51	0,49
1591-2	-3,54	0,04*	0,74	0,00*	-3,65	0,69	-2,64	-2,36	0,90	0,53

* Różnice istotne między miejscowościami na poziomie $\alpha = 0,05$ * Significant differences between locations at $\alpha = 0.05$

Istotne różnice efektów dla procentu roślin, które wyległy przed zbiorem miały 4 formy: 1566-5 × K324, 1573-2 × K296, 1581-11 × K194 i 1581-7 × K188. W przypadku zawartości suchej masy w ziarnie u 10 mieszańców stwierdzono istotność różnic ich efektów w środowiskach, dla plonu ziarna natomiast u 15 form (tab. 3).

Tabela 3

Ocena efektów SCA dla poszczególnych w środowiskach
SCA effects in hybrids across environments

Mieszańiec Hybrid	Procent roślin porażonych głownią Percentage of smutted plant		Odporność na krzewienie Tillering resistance		Procent roślin wyległych przed zbiorem Percentage of lodged plants		Zawartość suchej masy w ziarnie Dry matter content		Plon ziarna Grain yield	
	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice	Kobie- rzyce	Smolice
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1566-5 × K182	3,72	0,01	1,13	0,00	-7,66	-1,68	0,64	0,01	0,26	-1,07
1566-5 × K188	5,29	0,66	-1,20	0,00	0,53	6,00	-0,21	-0,36	-0,51	1,56*
1566-5 × K194	-2,51	-0,41	0,80	0,00	-2,74	-1,23	0,73	-0,25	-0,55	-1,13
1566-5 × K231	-0,76	-0,26	0,38	0,00	-2,82	-0,55	-1,42	-1,39	-2,26	-0,07*
1566-5 × K296	-2,84	-0,83	-2,61	0,00*	-4,29	-5,23	-1,21	-0,58	-0,82	0,84*
1566-5 × K324	-0,81	0,01	1,55	0,00*	10,83	-1,21*	0,25	2,15*	1,73	-0,41*
1566-5 × K376	1,17	0,84	0,97	0,00	6,21	0,59	1,76	-0,39*	1,52	-1,87*
1566-5 × S335	-3,26	0,01	-1,03	0,00	-0,07	3,32	-0,55	0,80	0,64	1,78
1573-2 × K182	-2,05	0,17	-2,36	0,00*	1,49	-0,66	-0,01	-0,15	0,56	0,06
1573-2 × K188	-1,43	-0,46	0,30	0,00	-6,07	-0,90	0,29	-0,67	1,61	0,28
1573-2 × K194	-2,19	-0,25	-0,70	0,00	-0,19	1,04	0,03	-,56	-3,22	-0,66*
1573-2 × K231	2,79	-0,10	-0,11	0,00	-3,30	-1,06	0,22	0,20	0,42	0,41
1573-2 × K296	3,36	0,57	1,88	0,00*	19,51	2,04*	0,20	0,41	0,17	-1,23*
1573-2 × K324	5,20	0,17*	0,55	0,00	0,01	-1,44	-0,56	-2,16*	2,49	0,08*
1573-2 × K376	-2,74	-0,25	0,47	0,00	-7,54	1,62	0,57	2,70*	-0,66	-0,35
1573-2 × S335	-2,93	0,17	-0,03	0,00	-3,91	-0,65	-0,73	0,23	-1,35	1,40*
1581-11 × K182	-0,73	0,17	-1,05	0,00	3,10	-2,21	0,23	-0,74	-0,06	-0,84

c. d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1581-11× K188	-1,63	-0,46	-0,38	0,00	-,70	0,04	-0,16	-0,06	-0,89	0,03
1581-11 × K194	0,48	-0,25	-0,88	0,00	12,81	1,86*	-0,43	1,50*	0,58	-0,16
1581-11× K231	2,36	-0,10	0,70	0,00	-6,48	1,49	-0,38	-1,29	0,67	-0,09
1581-11 × K296	0,27	0,57	1,70	0,00*	-3,66	1,61	0,90	0,92	-0,28	-0,03
1581-11 × K324	-2,05	0,17	0,86	0,00	-5,81	-1,78	1,53	1,20	0,15	0,88
1581-11 × K376	-2,68	-0,25	-0,72	0,00	-3,11	-0,06	-1,54	-1,69	1,06	1,55
1581-11× S335	3,98	0,17	-0,22	0,00	4,84	-0,96	-0,15	0,15	-1,23	-1,35
1581-7 × K182	-0,47	-0,30	-0,55	0,00	13,30	1,04*	-,025	1,66*	0,59	0,83
1581-7 × K188	-2,92	0,31	-1,38	0,00*	3,05	-0,52	0,76	1,63	-1,63	-0,90
1581-7 × K194	0,62	1,78	3,11	0,00*	-12,99	-3,51	-1,93	-0,35*	0,72	-0,54
1581-7 × K231	-4,53	-0,58	-1,80	0,00*	8,15	-0,51	2,74	0,71*	1,43	-0,62*
1581-7 × K296	6,26	-1,15	0,70	0,00	-4,70	1,24	-0,83	-1,23	0,64	1,44
1581-7 × K376	-2,08	-0,31	-0,63	0,00	-5,43	4,01	-0,53	0,10	-2,10	-0,75*
1581-7 × K324	3,00	0,55	-0,22	0,00	-1,26	0,95	-0,59	-0,99	-0,19	0,42
1581-7 × S335	0,11	-0,31	0,78	0,00	-0,13	-2,70	0,62	-1,51*	0,54	0,12
1585-4 × K182	-0,58	0,00	0,57	0,00	-7,93	2,76	0,39	1,76	0,01	0,57
1585-4 × K188	-0,01	-0,63	0,74	0,00	3,29	-1,31	-0,27	-0,72	-0,94	-1,35
1585-4 × K194	2,14	-0,41	-1,76	0,00*	8,43	0,65	1,32	0,65	0,64	0,06
1585-4 × K231	-0,24	-,27	0,32	0,00	1,56	-1,21	-0,22	0,96	0,35	0,47
1585-4 × K296	-5,29	1,72*	0,82	0,00	-2,80	-0,73	1,26	0,66	-0,44	-0,97
1585-4 × K376	0,99	0,00	-0,01	0,00	-0,55	0,63	0,15	-1,65	0,48	2,65*
1585-4 × K324	0,20	-0,42	-0,59	0,00	3,42	-1,22	-1,21	-1,49	0,32	0,56
1585-4 × S335	2,79	0,00	-0,09	0,00	-5,42	0,33	-1,41	-0,16	-0,42	-1,99
1591-2 × K182	0,11	-0,03	2,26	0,00*	-2,31	0,75	-1,01	-2,54	-1,35	0,45*
1591-2 × K188	0,69	0,58	1,93	0,00*	0,89	-3,31	-,041	0,19	2,36	0,37*
1591-2 × K194	1,45	-0,45	-0,57	0,00	-5,32	1,20	0,28	-1,00	1,84	2,43
1591-2 × K231	,39	1,31	0,51	0,00	2,89	1,82	-0,93	0,81	-0,61	-0,10
1591-2 × K296	-1,77	-0,88	-2,49	0,00*	-4,06	1,08	-0,31	-0,18	0,74	-0,04
1591-2 × K376	-1,25	-0,03	-2,32	0,00*	0,94	-0,21	-0,84	0,35	-2,74	-2,83
1591-2 × K324	1,06	-0,46	0,09	0,00	2,28	-1,98	1,01	1,86	-2,04	-0,31*
1591-2 × S335	-0,68	-0,03	0,59	0,00	4,69	0,66	2,22	0,50*	1,82	0,04

* Różnice istotne między miejscowościami na poziomie $\alpha = 0,05$ * Significant differences between locations at $\alpha = 0,05$

WNIOSKI

1. Stwierdzono nieistotność składników ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej.
2. Wykazano istotne różnice efektów GCA w środowiskach dla procentu roślin porażonych głownią, odporności na krzewienie, procentu roślin wyległych przed zbiorem oraz procentowej zawartości suchej masy w ziarnie. Jedynie dla plonu ziarna z poletka linie pod względem GCA tak samo reagowały na warunki środowiska, co jest cenną informacją dla hodowcy. Na uwagę zasługują linie 1585-4 i 1591-2 zmniejszające procent roślin porażonych głownią u potomstwa oraz linia 1566-5 zwiększająca zawartość suchej masy w ziarnie.
3. Istotne różnice efektów SCA w środowiskach stwierdzono dla procentu roślin porażonych głownią, odporności na krzewienie, procentu roślin wyległych przed zbiorem oraz procentowej zawartości suchej masy w ziarnie. Efekty swoistej zdolności

kombinacyjnej w środowiskach dla plonu nie wykazywały różnic, co świadczy, że mieszańce badanych linii nie reagowały na zmienne warunki. Na podkreślenie zasługują linie tworzące mieszańce 1581-11 × K376 i 1591-2 × K194 o dodatnich efektach w obu miejscowościach dla plonu ziarna i stabilności tego efektu.

LITERATURA

- Bilski E., Siódmiak J., Heimann H. 1997. Wartość gospodarcza mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1972–1996. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 31 — 54.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Austr. J. Biol. Sci. 9: 463 — 492.
- Królikowski Z. 1973. Szacowanie ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy krzyżowanych w układzie diallelicznym. Biul. IHAR 3 (4): 39 — 47.
- Piovarci A. 1975. Genetic analysis and combining ability of grain yield components of maize inbred lines. Genetika a Slechteni 1 (1): 3 — 8.
- Troyer Forrest A. 1999. Background of U.S. hybrid corn. Crop Sci. 39: 601 — 626.