

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 zdolności kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy

Estimation of combining ability of inbred lines of maize

Materiał badawczy stanowiło 40 mieszańców pojedynczych uzyskanych w wyniku krzyżowania 5 linii wsobnych pochodzących z Hodowli Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” sp. z o.o.: 1327-1, 1311-5, 1169-21, 1315-14 i 922-5 z 4 testerami o ziarnie szklistym: K154, K296 i K212 z Kobierzyc i S41324A-2 ze Smolic oraz z 4 testerami o ziarnie zębokształtnym: K324 i K192 z Kobierzyc oraz S41806A i S335 ze Smolic. Doświadczenie przeprowadzono w 2002 roku metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach na poletkach dwurzędowych o powierzchni 5 m² w dwóch miejscowościach: Kobierzyc i Smolic. Po wschodach dokonano przerywki pozostawiając na poletku 36 (Kobierzyc) i 40 (Smolic) roślin. W okresie wegetacji roślin i po zbiorze określono: procent roślin stojących, krzewienie, zawartość suchej masy w ziarnie i plon ziarna w t/ha. Wykonano analizę wariancji zdolności kombinacyjnych dla 2 miejscowości. Oszacowano efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej linii matecznych, efekty swoistej zdolności kombinacyjnej mieszańców oraz ich interakcje z miejscowościami. Istotność efektów testowano testem t-Studenta. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych genotypów. Wykazano istotne efekty GCA dla krzewienia się roślin i plonu ziarna. Mieszańce różniły się pod względem efektów swoistej zdolności kombinacyjnej. Istotną interakcję GCA linii i SCA mieszańców z miejscowościami stwierdzono dla plonu ziarna. Linia 922-5 charakteryzowała się istotnym dodatnim efektem GCA dla plonu ziarna. Mieszańce 922-5 × K296, 922-5 × S41324A-2 oraz 1311-5 × K212 cechowały najwyższe efekty interakcji SCA × miejscowości dla plonu ziarna.

Słowa kluczowe: kukurydza, mieszańce pojedyncze, zdolność kombinacyjna, środowisko

Combining ability of forty single crosses, which were obtained by crossing 5 inbred lines: 1327-1, 1311-5, 1169-21, 1315-14 and 9225 with 4 flint testers: K154, K296, K212, S41324A-2 and 4 dent testers: K324, K192, S41806A and S335 was investigated in 2002. The experiment was carried out at two locations in two-row plots, 5 m² each using randomized complete blocks design with two replications. Data were recorded for lodging before harvest, tillering, dry matter content and grain yield. Significant GCA effects were detected for tillering, grain yield and SCA effects for all investigated traits. Significant interactions for GCA and SCA with locations were detected for grain yield. Line 922-5 was characterized by significant positive GCA effect for grain yield. Three hybrids: 922-5 × K296,

922-5 × S41324A-2 and 1311-5 × K212 showed the highest effect of interactions of SCA with locations for grain yield.

Key words: environment, maize, combining ability, single crosses

WSTĘP

Hodowla mieszańców liniowych kukurydzy jest praktycznym wykorzystaniem zjawiska heterozji, którego natura nie została poznana. W genetyce i hodowli do oceny wartości posiadanego materiału hodowlanego i wielkości heterozji wykorzystuje się różne parametry statystyczne. Jednym z nich jest ocena zdolności kombinacyjnej. Ogólna zdolność kombinacyjna (GCA) ma większe znaczenie w przypadku hodowli odmian obcopylnych i syntetycznych, natomiast swoista zdolność kombinacyjna (SCA) znajduje zastosowanie w hodowli odmian mieszańcowych. Poprzez określenie stosunku GCA do SCA można wnioskować o sposobach działania genów warunkujących badane cechy (Lipińska, 1995). Ocena zdolności kombinacyjnej możliwa jest tylko, wtedy gdy materiał spełnia określone warunki, tzn. jest jednorodny genetycznie i został skrzyżowany według określonego układu (Węgrzyn, 1996). Uzyskanie pełnej informacji o wartości posiadanego materiału możliwe jest poprzez badanie go w kilku miejscowościach o zróżnicowanych warunkach glebowych i klimatycznych (lata). Zagadnieniu interakcji genotypu ze środowiskiem ($G \times E$) i jej konsekwencji w hodowli poświęca się wiele uwagi w licznych pracach dotyczących różnych gatunków roślin uprawnych (Hohls i in., 1995; Casler i in., 1984).

Celem badań było oszacowanie zdolności kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy krzyżowanych z testerami o ziarnie szklстым i zębokształnym i jej interakcji ze środowiskami.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał stanowiło 40 mieszańców pojedynczych uzyskanych w wyniku krzyżowania 5 linii wsobnych pochodzących z Hodowli Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” sp. z o.o: 1327-1, 1311-5, 1169-21, 1315-14 i 922-5 z 4 testerami o ziarnie szklстым i różnym pochodzeniu: K154, K296, K212 i S41324A-2 oraz z 4 testerami o ziarnie zębokształnym: K324, K192, S41806A i S335. Doświadczenie przeprowadzono w 2002 r. metodą losowanych bloków w dwóch powtórzeniach na poletkach dwurzędowych o powierzchni 5 m² w dwóch miejscowościach: Kobierzycie i Smolice. Po wschodach dokonano przerywki pozostawiając na poletku 36 (Kobierzycie) i 40 (Smolice) roślin. W okresie wegetacji roślin i po zbiorze określono: procent roślin stojących, krzewienie, zawartość suchej masy w ziarnie i plon ziarna w t/ha. Wykonano analizę wariancji zdolności kombinacyjnych dla 2 miejscowości wg następującego modelu:

$$x_{ijmr} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + g_{im} + g_{jm} + s_{ijm} + 1/r \sum e_{ijmr}$$

x_{ijk} — wartość obserwacji ij -tego mieszańca w k -tym powtórzeniu

μ — średnia populacji

g_i — efekt GCA i -tej formy matecznej

g_j — efekt GCA j -tej formy ojcowskiej

s_{ij} — efekt SCA ij -tego mieszańca

g_{im} — efekt GCA i -tej formy matecznej w m -tej miejscowości

g_{jm} — efekt GCA j -tej formy ojcowskiej w m -tej miejscowości

s_{ijm} — efekt SCA ij -tego mieszańca w m -tej miejscowości

e_{ijmr} - błąd losowy związany z obserwacją

$i = 1,2,...,8$ $j = 1,2,...,8$ $m = 1,2$ $r = 1,2$

Oszacowano efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej linii matecznych, efekty swoistej zdolności kombinacyjnej mieszańców oraz efekty interakcji zdolności kombinacyjnych z miejscowościami. Istotność efektów testowano testem t-Studenta.

WYNIKI

Analiza wariancji zdolności kombinacyjnej (tab. 1) wykazała istotne zróżnicowanie GCA badanych linii matecznych dla krzewienia i plonu ziarna oraz efektów SCA mieszańców dla wszystkich badanych cech.

Tabela 1

Średnie kwadraty zmienności badanych cech
Mean squares of variability of investigated traits

Źródło zmienności Item	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square			
		krzewienie tillering	wyleganie przed zbiorem lodging before harvest	plon ziarna grain yield	zawartość suchej masy dry matter content
GCA linii GCA of lines	4	3,38**	0,59	1,42**	20,70
GCA testerów GCA of testers	7	13,63	22,79	16,82	88,80
SCA mieszańców SCA of hybrids	28	5,68**	8,31*	4,85**	57,29*
GCA linii × miejscowość GCA of lines × location	4	3,38*	2,58	0,20	27,92
GCA testerów × miejscowość GCA of testers × location	7	3,63	16,14	0,58	25,63
SCA mieszańców × miejscowość SCA of hybrids × location	28	5,68*	5,94	0,61*	32,73
Błąd Error	78	0,78	5,10	0,32	31,78

Interakcja GCA z miejscowościami była istotna dla krzewienia a interakcja SCA z miejscowościami dla dwóch cech: krzewienia roślin i plonu ziarna. Istotność GCA dla plonu ziarna stwierdzili również Tulu i wsp. (1998). Istotny, dodatni efekt GCA dla plonu ziarna (tab. 2) stwierdzono dla linii 922-5, natomiast ujemny dla linii 1311-5. Interakcja efektów GCA z miejscowościami dla krzewienia była istotna dla linii 1315-14. Istotne efekty SCA wylegania przed zbiorem dla mieszańców (tab. 3) stwierdzono w sześciu

przypadkach. Ujemnym efektem charakteryzował się jedynie mieszaniec 1169-32 × K324. Natomiast dla zawartości suchej masy w ziarnie (tab. 4) istotne efekty stwierdzono dla 3 mieszańców, w tym jeden był dodatni: 1315-14 × K212.

Tabela 2

Efekty interakcji GCA × miejscowości dla krzewienia roślin i GCA dla plonu ziarna
Effects of interaction GCA × locations for tillering and GCA for grain yield

Linie Lines	Krzewienie Tillering		Plon ziarna Grain yield
	Kobierzyce	Smolice	
1327-1	0,11	-0,11	0,08
1311-5	-0,26	0,26	-0,35*
1169-32	-0,14	0,14	0,06
1315-14	0,51*	-0,51*	-0,02
922-5	-0,23	0,23	0,22*

Tabela 3

Efekty SCA dla wylegania roślin
Effects of SCA for lodging before harvest

♀ \ ♂	1327-1	1311-5	1169-32	1315-14	922-5
K154	-1,14	0,58	-0,07	1,99*	2,64*
K296	1,30	-1,77	1,68	-0,18	-1,03
K212	-0,21	0,12	0,93	-0,38	-0,46
S41324A-2	-1,02	-0,06	0,80	-0,57	0,80
K324	2,16*	-0,28	-2,26*	1,93*	-1,56
K192	0,42	-0,56	0,25	0,33	-0,45
S41806A	-1,31	2,46*	0,86	1,24	-1,56
S335	-0,21	-0,57	-0,46	-0,38	1,62

Tabela 4

Efekty SCA dla suchej masy w ziarnie
Effects of SCA for dry matter content in grain

♀ \ ♂	1327-1	1311-5	1169-32	1315-14	922-5
K154	-1,07	0,24	0,85	0,31	-0,33
K296	2,89	-1,88	4,31	3,38	-1,95
K212	1,98	2,24	-13,16*	7,42*	1,52
S41324A-2	-0,45	-1,81	2,25	0,09	-0,07
K324	-0,34	2,22	0,73	2,08	-4,69*
K192	-1,00	-1,90	1,84	-1,34	2,40
S41806A	-3,18	3,05	-0,04	1,26	1,43
S335	1,17	-2,15	3,19	-3,93	1,71

Podobne wyniki dla tych cech uzyskano we wcześniejszych badaniach Kadłubiec i wsp. (2000). Większość mieszańców charakteryzowała się istotnymi efektami interakcji SCA z miejscowościami dla krzewienia roślin, natomiast nieliczne istotne efekty interakcji SCA × miejscowości stwierdzono dla plonu ziarna. Można sądzić, że plon ziarna jest cechą

mniej wrażliwą na zmienne warunki glebowo-klimatyczne w porównaniu z krzewieniem się roślin.

Tabela 5

Efekty interakcji SCA × miejscowości dla krzewienia roślin

Effects of interactions SCA × locations for tillering

♀ \ ♂	Miejscowości Locations	1327-1	1311-5	1169-32	1315-14	922-5
K154	Kobierzycze	1,19*	-0,44	-1,56*	0,53	0,28
	Smolice	-1,19*	0,44	1,56	-0,53	-0,28
K296	Kobierzycze	0,89*	1,01*	-0,61	0,23	-1,52*
	Smolice	-0,89*	-1,01*	0,61	-0,23	1,52*
K212	Kobierzycze	-1,86*	-0,24	0,38	0,48	1,23*
	Smolice	1,86	0,24	-0,38	-0,48	-1,23*
S41324A-2	Kobierzycze	-1,21*	0,91*	1,04*	-1,87*	1,13*
	Smolice	1,21*	-0,91*	-1,04*	1,87*	-1,13*
K324	Kobierzycze	0,49	0,86*	0,24	-0,17	-1,42*
	Smolice	-0,49	-0,86*	-0,24	0,17	1,42*
K192	Kobierzycze	-0,96*	-0,59	0,29	0,13	1,13*
	Smolice	0,96*	0,59	-0,29	-0,13	-1,13*
S41806A	Kobierzycze	2,29*	-1,10*	0,54	-0,87*	-0,87*
	Smolice	-2,29*	1,10*	-0,54	0,87*	0,87*
S335	Kobierzycze	-0,81*	-0,44	-0,31	1,53	0,03
	Smolice	0,81*	0,44	0,31	-1,53	-0,03

Tabela 6

Efekty interakcji SCA × miejscowości dla plonu ziarna

Effects of interactions SCA × locations for grain yield

♀ \ ♂	Miejscowości Locations	1327-1	1311-5	1169-32	1315-14	922-5
K154	Kobierzycze	-0,23	-0,42	0,36	0,24	0,05
	Smolice	0,23	0,42	-0,36	-0,24	-0,05
K296	Kobierzycze	-0,45	-0,12	0,02	-0,26	0,82*
	Smolice	0,45	0,12	-0,02	0,26	-0,82*
K212	Kobierzycze	0,27	0,67*	-0,27	-0,48*	-0,19
	Smolice	-0,27	-0,67*	0,27	0,48*	0,19
S41324A-2	Kobierzycze	0,47*	0,32	-0,37	0,18	-0,61*
	Smolice	-0,47*	-0,32	0,37	-0,18	0,61*
K324	Kobierzycze	-0,44	0,06	0,39	-0,11	0,09
	Smolice	0,44	-0,06	-0,39	0,11	-0,09
K192	Kobierzycze	0,28	-0,4	-0,03	0,39	-0,24
	Smolice	-0,28	0,4	0,03	-0,39	0,24
S41806A	Kobierzycze	0,25	-0,04	-0,31	0,16	-0,06
	Smolice	-0,25	0,04	0,31	-0,16	0,06
S335	Kobierzycze	-0,17	-0,07	0,21	-0,12	0,15
	Smolice	0,17	0,07	-0,21	0,12	-0,15

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych genotypów.
2. Wykazano istotne efekty GCA dla krzewienia się roślin i plonu ziarna.
3. Mieszańce różniły się pod względem efektów swoistej zdolności kombinacyjnej.
4. Istotną interakcję GCA linii i SCA mieszańców z miejscowościami stwierdzono dla plonu ziarna.
5. Linia 922-5 charakteryzowała się istotnym dodatnim efektem GCA dla plonu ziarna.
6. Mieszańce 922-5 × K296, 1311-5 × K212, 1327-1 × S41324A-2 wysiane w Kobierzycach cechowały najwyższe dodatnie efekty interakcji, natomiast w Smolicach wyróżniły się dodatnimi efektami interakcji mieszańce 922-5 × S41324A-2 oraz 1311-14 × K212.

LITERATURA

- Casler M. D., A. W. Hovin. 1984. Genotype × environment interactions for reed canary grass forage yield. *Crop Sci.* 24: 633 — 636.
- Kadłubiec W., Karwowska C., Kurczych Z., Kuriata., Walczowska-Kurczych S. 2000. Zdolność kombinacyjna linii wsobnych kukurydzy. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 216: 371 — 378.
- Lipińska J. 1995. Ogólna i swoista zdolność kombinacyjna w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 156: 91 — 101.
- Trevor Hohls, Paul E. Shanahan, G. Peter Clarke, Helmut O. Gevers. 1995. Genotype × environment interactions in a 10 × 10 diallel cross of quality protein maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* 84: 206 — 218.
- Tulu L., Ramachandrapa B. K. 1998. Combining ability of some traits in seven parental diallel crosses of selected maize (*Zea mays* L.) populations. *Crop Research — Hisar* 15-2: 3: 232 — 237.
- Węgrzyn S. 1996. Teoretyczne oszacowanie komponentów wariancji genetycznych w czynnikowym modelu krzyżowania. *Biul. IHAR* 200: 7 — 13.