

WŁADYSŁAW KADŁUBIEC¹**RAFAŁ KURIATA**¹**CECYLIA KARWOWSKA**²**ZBIGNIEW KURCZYCH**²¹ Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa² Hodowla Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc”

Ocena zdolności kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy (*Zea mays* L.)

Estimation of combining ability of inbred lines of maize (*Zea mays* L.)

Badano potomstwo pochodzące ze skrzyżowania 6 linii wsobnych formy dent z 8 testerami. Doświadczenie założono metodą bloków niekompletnych w dwóch powtórzeniach, w dwóch miejscowościach. 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 i swoistej zdolności kombinacyjnej oraz oszacowano efekty GCA i SCA. Stwierdzono zróżnicowanie środowisk pod względem badanych cech. Wykazano istotną interakcję efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej dla wszystkich cech za wyjątkiem plonu ziarna. Na uwagę zasługuje linia 1390-19 zwiększająca u potomstwa zawartość suchej masy w ziarnie oraz linia 1417-3 zwiększająca odporność na krzewienie. Istotną interakcję efektów swoistej zdolności kombinacyjnej ze środowiskami stwierdzono dla wszystkich badanych cech. Na wyróżnienie zasługują linie tworzące mieszańca 1390-19 × K324 o dodatnich efektach SCA dla plonu i odporności na krzewienie w obu miejscowościach oraz linia 1560-5 i K324 o dodatnich efektach dla zawartości suchej masy.

Słowa kluczowe: kukurydza, plon, zdolność kombinacyjna

Offspring of 6 maternal dent lines crossed with 8 testers were investigated. The experiments were carried out at two locations 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. There were significant differences between environments for all traits. Interactions GCA and SCA effects with environments were significant for all traits except grain yield. Lines 1390-1; 1417-3 and hybrids 1390-19 × K324 and 1560-5 × K324 were the most valuable.

Key words: combining ability, maize, yield

WSTĘP

Wartością często stosowaną w pracach genetyczno-hodowlanych do oceny linii i ich potomstwa jest zdolność kombinacyjna. Wyodrębnia się dwie wielkości: ogólną zdolność kombinacyjną (GCA) i swoistą zdolność kombinacyjną (SCA) (Griffing, 1956). Parametry te znajdują różne zastosowanie w hodowli. Ocena GCA ma większe znaczenie w przypadku hodowli odmian obcopylnych i syntetycznych, natomiast ocena SCA znajduje zastosowanie w hodowli odmian gdzie wykorzystuje się zjawisko heterozji. Znając wartość wariancji ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej można określić wartość ich wzajemnego stosunku, a to pozwala na wnioskowanie o sposobie działania genów warunkujących badaną cechę (Lipińska, 1985). Ocena obu tych parametrów jest możliwa tylko wtedy, gdy badany materiał spełnia pewne ściśle określone warunki tzn. jest wyrównany genetycznie i pochodzi z określonego układu krzyżowania, który umożliwia bądź to ocenę tylko pierwszego parametru bądź obu jednocześnie (Ubysz-Borucka i in., 1985; Węgrzyn, 1996; Gilbert, 1958).

Celem badań było oszacowanie zdolności kombinacyjnej linii wsobnych kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Badano 48 mieszańców pojedynczych otrzymanych ze skrzyżowania 6 linii wsobnych, zębkształtnych (1390-19, 1417-3, 1560-10, 1560-17, 1560-5, 1560-24) z 8 testerami (K182, K188, K194, K231, K296, K324, K376, S335) w układzie czynnikowym. Linie z symbolem K są hodowli własnej Kobierzyc natomiast z symbolem S są hodowli Smolice. Po serii doświadczeń ustalono linie: 1560-5, 1560-17, 1565-24 i uzyskały odpowiednie symbole: K431, K432, K433. Pozostałe linie były nieustalone o stopniu wsobności S₇. Linie zostały wyprowadzone z mieszańców pojedynczych krajowych i zagranicznych oraz z kombinacji linii zagranicznych oraz z krzyżówek wypierających. Doświadczenie założono metodą bloków niekompletnych w dwóch powtórzeniach, w dwóch miejscowościach (Kobierzycie 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 3l 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 na średnich z 2 miejscowości dla ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej oraz oszacowano efekty GCA i SCA.

WYNIKI

Wykonana analiza wariancji wykazała istotność zróżnicowania środowisk dla wszystkich badanych cech, istotność interakcji GCA ze środowiskami dla procentu roślin porażonych głownią, odporności na krzewienie, procentu roślin wyległych przed zbiorem, zawartości suchej masy (tab. 1). Istotność interakcji GCA ze środowiskami dla suchej masy

stwierdzili także Dhillon i wsp. (1990). Dla plonu ziarna interakcja GCA ze środowiskami była nieistotna, podobnie jak w badaniach Cross (1975). Istotność interakcji SCA ze środowiskami stwierdzono dla wszystkich badanych cech. Istotność interakcji SCA ze środowiskami dla suchej masy wykazali Dhillon i wsp. (1990), a dla plonu ziarna Cross (1975).

Tabela 1

Średnie kwadraty zmienności badanych cech
Mean squares of investigated traits

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square				
		procent roślin porażonych gównia 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	1302,85*	131,92*	36,30*	145,90*	94,81*
GCA	5	4,11	1,80	18,01	4,51	1,92
GCA × środowiska GCA × environments	5	4,68*	1,68*	18,48*	0,25*	0,09
SCA	35	26,32	1,16	27,85	2,55	0,60
SCA × środowiska SCA × environments	35	23,30*	1,14*	22,30*	1,28*	0,55*
Błąd Error	100	6,15	0,54	8,71	0,31	0,29

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

* Significant at $\alpha = 0.05$

Tabela 2

Ocena efektów GCA linii w poszczególnych środowiskach
GCA effects of lines across environments

Linia Line	Procent roślin porażonych gównia 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	
	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S
1390-19	-0,99	0,25	-1,55	-0,16*	0,97	0,96	1,99	0,99*	-1,27	-1,23
1417-3	-4,55	0,10*	1,95	0,03*	11,17	0,02*	1,48	1,96	-0,31	-0,98*
1560-10	-1,32	-0,05	1,14	0,03*	-5,70	0,56*	0,39	-0,33*	-0,86	-0,33*
1560-17	2,47	-0,52*	-0,30	0,03	-3,98	0,26*	-1,16	-1,10	1,00	1,20
1560-5	3,67	0,12*	-2,74	0,03*	-1,40	0,17	-0,27	0,40*	0,47	0,16
1560-24	0,72	0,10	1,51	0,03	-1,07	-1,97	-2,48	-1,92*	0,97	1,17

* Różnice istotne między miejscowościami na poziomie $\alpha = 0,05$

* Significant differences between locations at $\alpha = 0.05$

K — Kobierzyce

S — Smolice

Analizując efekty GCA w środowiskach dla procentu roślin porażonych przez gównię stwierdzono istotność ich różnicy dla linii 1417-3, 1560-17 i 1560-5. W przypadku odporności na krzewienie istotne różnice GCA stwierdzono dla czterech badanych form

rodzicielskich, a dla wylegania przed zbiorem dla trzech. W przypadku zawartości suchej masy wykazano istotność różnic GCA dla czterech linii, z których należy wyróżnić linię 1390-19, która zwiększa zawartość suchej masy w ziarnie potomstwa w badanych środowiskach. Dwie linie charakteryzuje istotna różnica ich efektu GCA ze środowiskami dla plonu ziarna.

Istotne różnice efektów swoistej zdolności kombinacyjnej w środowiskach dla procentu roślin porażonych stwierdzono u 12 mieszańców, z których kombinacje 1417-3 × K376 i 1560-5 × K376 charakteryzują się największym efektem ujemnym. Dla odporności na krzewienie wykazano istotność różnic u 10 kombinacji krzyżówkowych podobnie jak dla wylegania przed zbiorem. Największymi dodatnimi efektami SCA dla wylegania przed zbiorem charakteryzowały się linie tworzące mieszańce 1560-5 × K324, 1417-3 × S335 i 1560-17 × K182. U 17 form mieszańcowych dla zawartości suchej masy wykazano istotność różnic efektów SCA w środowiskach. Pozostałe kombinacje linii charakteryzowały się stabilnym efektem SCA w obu miejscowościach. Dla plonu ziarna 7 kombinacji linii rodzicielskich wykazano istotność różnic SCA w środowiskach, natomiast pozostałe charakteryzowały się stabilnymi efektami (tab. 3).

Tabela 3

Ocena efektów SCA dla poszczególnych kombinacji linii w środowiskach
SCA effects of hybrids across environments

Mieszaniec Hybrid	Procent roślin porażonych głównia 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	
	K	S	K	S	K	S	K	S	K	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1390-19 × K182	0,55	0,77	0,89	0,16	10,06	1,21*	0,26	-1,07*	-0,55	-0,28
1390-19 × K188	4,85	-0,87	-0,20	-1,09	-7,85	1,82*	-0,51	1,56*	0,14	0,18
1390-19 × K194	-0,70	0,78	2,05	0,15*	3,58	-0,33	-0,56	-1,13	0,73	0,63
1390-19 × K231	5,56	0,79	-2,28	0,15*	-1,02	-3,07	-2,26	-0,07*	0,08	0,73
1390-19 × K296	-5,37	-1,08	-2,03	0,16*	0,98	1,28	-0,82	0,84*	-0,04	-1,36*
1390-19 × K324	-2,58	-0,46	2,80	0,16*	-1,20	-5,50	1,72	-0,04*	0,10	1,40*
1390-19 × K376	-5,73	-0,72	-0,94	0,16	-2,38	3,39	1,52	-1,87	0,29	-0,23
1390-19 × S335	3,44	0,79	-0,28	0,16	-2,25	1,22	0,64	1,78	-0,76	-1,07
1417-3 × K182	1,22	-0,31	-0,11	-0,03	-0,42	-1,45	0,56	0,06	-0,30	1,28*
1417-3 × K188	2,66	-0,73	0,80	0,22	3,83	-2,33	1,61	0,28	1,35	0,39
1417-3 × K194	9,88	2,18*	-1,44	-0,03	-12,02	-0,64*	-3,22	-0,66*	-1,13	0,59*
1417-3 × K231	-3,37	-0,31	-0,78	-0,03*	-0,11	1,71	0,42	0,41	1,20	-1,40*
1417-3 × K296	3,37	0,31	1,97	-0,03	-8,10	1,80*	0,17	-1,23*	-0,49	-0,68
1417-3 × K324	1,02	-0,32	-0,70	-0,03	14,16	1,78*	2,49	0,08*	-0,40	0,45
1417-3 × K376	-9,08	-0,51*	0,05	-0,03	-6,94	-3,04	-0,66	-0,35	0,09	-0,43
1417-3 × S335	-5,70	-0,31	0,22	-0,03*	9,61	2,16*	-1,35	1,40*	-0,31	-0,20
1560-10 × K182	2,53	-0,15	-1,80	-0,03	-1,96	0,57	-0,06	-0,84	-0,37	-0,49
1560-10 × K188	2,25	1,92	1,61	0,22	-1,17	-2,94	-0,88	0,03	0,01	0,82
1560-10 × K194	-0,29	-1,42	-0,63	-0,03	4,77	-1,18	0,58	-0,16	0,49	-0,33
1560-10 × K231	-2,43	-0,16	0,03	-0,03	1,49	-0,18	0,67	-0,09	-0,38	-0,10
1560-10 × K296	-2,37	0,47	1,28	-0,03	1,98	-0,08	-0,28	-0,03	0,14	0,20

c.d. Tabela 3

1	2	34	4	5	6	7	8	9	10	11
1560-10 × K376	-8,14	-0,35*	-0,13	-0,03	4,33	-2,46	1,06	1,55	0,38	0,24
1560-10 × S335	6,35	-0,16*	1,03	-0,03	-11,02	0,24*	-1,23	-1,35	0,27	0,56
1560-17 × K182	1,13	0,32	-1,87	-0,03*	-6,84	2,06*	0,59	0,83	-0,04	-0,98
1560-17 × K188	-4,36	-0,11	-1,45	0,22	2,62	-0,13	-1,63	-0,90	-0,33	-0,74
1560-17 × K194	1,46	-0,95	0,80	-0,03	1,66	1,51	0,72	-0,54	-0,43	-0,26
1560-17 × K231	-6,15	0,31*	1,47	-0,03	4,18	4,21	1,43	-0,62*	-0,55	0,45
1560-17 × K296	16,04	-0,31*	-0,78	-0,03	3,04	-0,93	0,64	1,44	0,18	1,09
1560-17 × K324	-1,68	0,31	0,05	-0,03	-2,99	-3,73	-2,10	-0,75*	0,01	0,44
1560-17 × K376	-7,81	0,12*	2,30	-0,03*	3,96	1,47	-0,19	0,42	0,25	-0,05
1560-17 × S335	1,36	0,31	-0,53	-0,03	-5,63	-4,46	0,54	0,12	0,91	0,05
1560-5 × K182	-2,76	-0,32	3,07	-0,03*	3,28	-1,60	0,01	0,57	0,88	-0,11
1560-5 × K188	-1,39	0,53	-0,51	0,22	2,81	5,515	-0,94	-1,35	-0,51	-0,48
1560-5 × K194	-5,28	-0,27	0,24	-0,03	1,86	-0,71	0,64	0,05	-0,27	0,40
1560-5 × K231	-3,27	-0,33	1,90	-0,03*	-2,82	-4,78	0,35	0,47	-0,58	-0,84
1560-5 × K296	-5,81	0,30*	-1,34	-0,03	4,74	-0,84	-0,44	-0,97	0,91	0,49
1560-5 × K324	-1,56	0,95	-0,51	-0,03	-5,65	2,83*	0,48	2,65*	0,10	0,31
1560-5 × K376	18,77	-0,52*	-1,76	-0,03	1,38	-0,68	0,32	0,56	-0,20	0,73
1560-5 × S335	1,35	-0,33	-1,09	-0,03	-5,60	0,63	-0,42	-1,99*	-0,33	-0,50
1560-24 × K182	-2,67	-0,31	-0,18	-0,03	-4,12	-0,80	-1,35	0,45*	0,38	0,58
1560-24 × K188	-4,00	-0,73	-0,26	0,22	-0,25	-1,56	2,36	0,37*	-0,66	-0,17
1560-24 × K194	-5,07	-0,32	-1,01	-0,03	0,14	1,35	1,84	2,43	0,61	-1,02*
1560-24 × K231	9,68	-0,31*	-,34	-0,03	-1,71	2,11	-0,61	-0,10	0,22	1,15
1560-24 × K296	-5,81	0,31*	0,96	-0,03	-2,65	-1,23	0,72	-0,04	-0,70	0,26
1560-24 × K324	2,69	-0,32	-0,26	-0,03	-5,98	-1,41	-2,74	-2,83	0,74	-1,71*
1560-24 × K376	11,99	1,99*	0,49	-0,03	-0,34	1,32	-2,04	-0,31*	-0,81	-0,26
1560-24 × S335	-6,81	-0,31*	0,66	-0,03	14,90	0,21*	1,82	0,04*	0,22	1,16

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

K — Kobierzyce

S — Smolice

WNIOSKI

1. Stwierdzono nieistotność składników ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej.
2. Wykazano istotną interakcję ogólnej zdolności kombinacyjnej dla wszystkich cech za wyjątkiem plonu ziarna oraz istotną interakcję swoistej zdolności kombinacyjnej ze środowiskami dla wszystkich badanych cech.
3. Na uwagę zasługuje linia 1390-19 zwiększająca u potomstwa zawartość suchej masy w ziarnie oraz linia 1417-3 zwiększająca odporność na krzewienie.
4. Na wyróżnienie zasługują linie tworzące mieszańca 1390-19 × K324 o dodatnich efektach SCA dla plonu i odporności na krzewienie w obu miejscowościach oraz linie 1560-5, K324 o dodatnich efektach dla zawartości suchej masy.

LITERATURA

- Cross H. Z. 1975. Diallel analysis duration and rate of grain filling of seven inbred lines of corn. *Crop Sci.* 15: 532 — 535.
- Dhillon B. S., Gurrath P. A., Zimmer E., Wermke M., Pollmer W. G., Klein D. 1990. Analysis of diallel crosses of maize for variation and covariation in agronomic traits at silage and grain harvests. *Maydica* 35: 297 — 302.
- Gilbert N. E. G. 1958. Diallel cross in plant breeding. *Heredity*, 12: 477 — 492.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9:463 — 492.
- Lipińska J. 1985. Ogólna i swoista zdolność kombinacyjna w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 156: 91 — 101.
- Ubysz-Borucka L., Mądry W., Muszyński W. 1985. Podstawy statystyczne genetyki cech ilościowych w hodowli roślin. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- Węgrzyn S. 1996. Teoretyczne oszacowanie komponentów wariancji genetycznych w czynnikowym modelu krzyżowania. *Biul. IHAR* 200: 7 — 13.