

RAFAL KURIATA ¹
WŁADYSŁAW KAŁUBIEC ¹
JÓZEF ADAMCZYK ²
HENRYK CYGIERT ²

¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

² Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o

Analiza dialleliczna mieszańców pojedynczych kukurydzy

Diallel analysis of single hybrids of maize

Doświadczenie założono w 2002 roku na polu doświadczalnym Hodowli Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” w Kobierzycach. Ziarno wysiano punktowo na dwurzędowych poletkach o powierzchni 5m² w rozstawie rzędów 75 cm. Badano 8 linii wsobnych skrzyżowanych w układzie półdiallelicznym wg drugiej metody Griffinga. Sześć linii: S160, S245, S41606A, S41324A-2, S48556-3 i S43523 wyprowadzono w „Hodowli Roślin Smolice” Sp. z o.o., a linie K1653 i K2577A w firmie SWS (Niemcy). Doświadczenie zostało założone metodą losowanych bloków w 3 powtórzeniach. W okresie wegetacji wykonano pomiary: wysokości roślin i wysokości osadzenia pierwszej kolby. Po zbiorze określono zawartość suchej masy w ziarnie i plon ziarna w przeliczeniu na plon o zawartości 15% wody. Wykonano analizę wariancji wg 2 modelu Griffinga. Istotność efektów GCA i SCA testowano testem t-Studenta. Badane mieszańce pojedyncze były istotnie różnicowane pod względem analizowanych cech. Wykazano istotne efekty zarówno dla ogólnej, jak i swoistej zdolności kombinacyjnej u wszystkich cech. Przewaga addytywnego działania genów determinuje dziedziczenie wysokości roślin i osadzenia pierwszej kolby oraz zawartości suchej masy w ziarnie natomiast, nieaddytywne działanie genów decyduje o plonie ziarna. Wysokość roślin uległa najistotniejszemu skróceniu w potomstwie linii S160 i S48556-3, przy jednoczesnym zwiększeniu zawartości suchej masy. Istotne efekty GCA stwierdzono dla plonu ziarna linii S160 i S245. Mieszańce linii S160, S245 i K1653 charakteryzowały się najwyższymi efektami SCA plonu ziarna.

Słowa kluczowe: działanie genów, kukurydza, mieszańce pojedyncze, zdolność kombinacyjna

The progenies from a half diallel (second Griffing's model) cross involving 8 inbred lines were grown with their parents in 2002 in the experimental field at Kobierzyce. Six lines: S160, S245, S41606A, S41324A-2, S48556-3 and S43523 were bred in "Plant Breeding Smolice", Ltd., and lines K1653 and K2577A in SWS (Germany). The experiment was carried out using randomized complete block design with three replications. Each experimental unit consisted of two rows spaced 75 cm apart. Data were recorded for plant height, ear height, dry matter content and grain yield. GCA and SCA effects were significant for all traits. The GCA/SCA variance ratio suggests an additive gene action for plant height, ear height and dry matter content, and nonadditive one for grain yield. Lines S160 and S48466-3 were found to be good general combiners for plant height and dry matter content. Significant

effects for grain yield were shown by lines S160 and S245. The hybrids with lines S160, S245 and K1653 showed desirable significant effects of SCA for grain yield.

Key words: combining ability, gene action, maize, single crosses,

WSTĘP

Istotnym etapem procesu hodowlanego jest ocena zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich na podstawie mieszańców. Znajomość ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) linii wsobnych daje możliwość eliminacji we wczesnych etapach hodowli tych linii, które przedstawiają małą wartość. Natomiast znajomość swoistej zdolności kombinacyjnej (SCA) pozwala wytypować linie dające najbardziej korzystne kombinacje mieszańcowe. Stosunek wariancji GCA do SCA pozwala określić typ działania genów warunkujących daną cechę (Lipińska, 1995). Opracowano szereg układów krzyżowań, które umożliwiają oszacowanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej (Węgrzyn, 1996). Jednymi z najczęściej stosowanych układów są opracowane przez Griffinga układy dialleliczne (Griffing, 1956).

Celem pracy była ocena zdolności kombinacyjnej 8 linii wsobnych kukurydzy oraz wartości ich mieszańców pojedynczych.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie założono w 2002 roku na polu doświadczalnym Hodowli Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc” w Kobierzycach. Zastosowano nawożenie przedsiewne w ilości N — 140 kg/ha, P₂O₅ — 105 kg/ha, K₂O — 160 kg/ha. Ziarno wysiano punktowo 2 maja na 2 rzędowych poletkach o powierzchni 5 m² w rozstawie rzędów 75 cm. Po wschodach (10 maja) wykonano ręczną przerywkę w wyniku, której pozostało po 18 roślin w rzędzie, co dało obsadę 7,19 roślin/m². Chwasty zwalczano chemicznie stosując (9 maja) — Dual — 1,8 l/ha i 16 maja — Gesaprim 90WG i Lentagran 45WP (1,1 +2 kg/ha).

Badano 28 mieszańców pojedynczych i 8 linii rodzicielskich skrzyżowanych w układzie półdiallelicznym wg drugiej metody Griffinga. Sześć linii: S160, S245, S41806A, S41324A-2, S48556-3 i S43523 wyprowadzono w „Hodowli Roślin Smolice” Sp. z o.o., a linie K1653 i K2577A w firmie SWS (Niemcy). Doświadczenie zostało założone metodą losowanych bloków w 3 powtórzeniach. W okresie wegetacji wykonano pomiary: wysokości roślin i wysokości osadzenia pierwszej kolby. Po zbiorze (24 września) określono zawartość suchej masy w ziarnie i plon ziarna w przeliczeniu na plon o zawartości 15% wody. Wykonano analizę wariancji wg modelu:

$$Y_{ijk} = m + b_{(k)} + g_{(i)} + g_{(j)} + s_{(i,j)} + e_{(i,j,k)}$$

Y_{ijk} — wartość obserwacji ij – tego mieszańca w k – tym powtórzeniu

m — średnia populacji

$b_{(k)}$ — efekt powtórzenia

$g_{(i)}$ — efekt GCA i — tej formy matecznej

$g_{(j)}$ — efekt GCA j — tej formy ojcowskiej

$s_{(i,j)}$ — efekt SCA ij — tego mieszańca

$e_{(i,j,k)}$ — błąd związany z obserwacją $i = 1, 2, \dots, 8$ $j = 1, 2, \dots, 8$ $k = 1, 2, 3$

Istotność efektów GCA i SCA testowano testem t-Studenta.

WYNIKI

Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej badanych obiektów dla wszystkich badanych cech (tab. 1).

Tabela 1

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

Źródło zmienności Variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square			
		wysokość roślin plant height	wysokość osadzenia 1 kolby ear height	plon ziarna grain yield	zawartość suchej masy dry matter content
Powtórzenia Replications	2	100,95	71,50	0,73	1,60
Mieszańce Crosses	35	3007,93**	708,78**	25,54**	25,19**
GCA	7	2686,09**	1027,47**	10,16**	94,66**
SCA	28	3088,4**	629,11**	29,38**	7,82**
Błąd Error	70	24,05	13,79	0,84	0,83

** Istotne dla $P < 0,01$; Significant at $P < 0.01$

Efekty GCA istotne dla wysokości roślin stwierdzono u wszystkich linii (tab. 2). Dodatkowo odpowiednio wysokie efekty charakteryzowały linie: S245, K1653 i S41806A. Korzystnym, ujemnym efektem charakteryzowało się pięć linii, przy czym największym linie S41324A-2, S48566-3 i S160. Wysokość osadzenia kolby charakteryzowała się zarówno efektami dodatnimi i ujemnymi, istotność efektów stwierdzono u sześciu linii (tab. 2).

Tabela 2

Efekty GCA badanych linii wsobnych kukurydzy
Effects GCA of investigated of inbred lines of maize

Linia Line	Wysokość roślin Plant height	Wysokość osadzenia 1 kolby Ear height	Plon ziarna Grain yield	Zawartość suchej masy Dry matter content
S160	-7,74**	-0,23	0,43**	0,99**
S245	15,89**	2,33**	0,85**	-2,68**
S41806A	7,35**	5,26**	0,24	-2,73**
K1653	7,82**	0,46	-0,20	0,06
S41324A-2	-11,0**	-8,80**	-0,18	2,12**
K2577A	-1,67*	0,26	-0,40**	0,99**
S48566-3	-8,34**	-7,66**	-1,03**	0,78**
S43523	-2,3**	8,33**	0,29	0,47**

** Istotne dla $P < 0,01$; Significant at $P < 0.01$

Najwyższy efekt stwierdzono u linii S418096A i S43523, ujemny zaś u linii S48566-3 i S41324A-2. Dla plonu ziarna cztery linie charakteryzowały się istotnym efektem GCA (tab. 2). Linie S160 i S245 miały dodatni efekt, ujemny zaś linie K2577A i S48566-3. Istotne efekty GCA dla zawartości suchej masy stwierdzono dla siedmiu linii, dodatnie dla pięciu, ujemne dla dwóch linii (tab. 2). Największym efektem dodatnim charakteryzowała się linia S4132A-2, ujemnym zaś linie S245 i S41806A. Podobne wartości GCA dla wysokości roślin i plonu ziarna uzyskali Spaner i wsp. (1996), dla wysokości osadzenia kolby Paul i wsp. (1999), a dla zawartości suchej masy Zieger (1987).

Istotnie różne od zera efekty SCA dla wysokości roślin stwierdzono dla 27 kombinacji krzyżówkowych, wszystkie były dodatnie. Największymi charakteryzowały się mieszańce K1653 × S48566-3, S41806A × S48566-3 i S41806A × S41324A-2 (tab. 3). Oszacowane efekty SCA mieszańców pod względem osadzenia pierwszej kolby były istotne i dodatnie w 19 przypadkach (tab. 3).

Tabela 3

Efekty swoistej zdolności kombinacyjnej
Effects of SCA

Mieszańiec Hybrid	Wysokość roślin Plant height	Wysokość osadzenia 1 kolby Ear height	Plon ziarna Grain yield	Zawartość suchej masy Dry matter content
S160 × S245	16,91**	12,41**	0,70	-2,44**
S160 × S41806A	18,11**	14,15**	0,69	-1,37**
S160 × K1653	17,64**	2,61	1,20*	1,17*
S160 × S41324A-2	16,48**	2,55	1,95**	-0,78
S160 × K2577A	14,14**	7,81**	1,93**	-1,02*
S160 × S48566-3	19,81**	9,75**	3,13**	1,05*
S160 × S43523	7,78**	4,05*	1,43**	0,49
S245 × S41806A	6,48*	-1,74	0,19	2,06**
S245 × K1653	20,34**	10,71**	0,97*	0,30
S245 × S41324A-2	14,51**	-0,34	1,79**	0,55
S245 × K2577A	16,51**	5,91**	2,67**	-2,72**
S245 × S48566-3	20,51**	10,51**	1,90**	-1,20*
S245 × S43523	17,48**	8,81**	1,97**	-1,73**
S41806A × K1653	9,54**	6,78**	0,72	0,98
S41806A × S41324A-2	22,38**	2,71	1,87**	0,69
S41806A × K2577A	20,71**	8,98**	2,65**	-1,61**
S41806A × S48566-3	22,71**	7,91**	2,12**	-1,36**
S41606A × S43523	9,34**	1,88	0,56	-1,09*
K1653 × S41324A-2	19,24**	13,85**	2,59**	-1,86**
K1653 × K2577A	14,58**	3,45	1,33**	-0,00003
K1653 × S48566-2	24,24**	6,71**	2,23**	-2,55**
K1653 × S43523	10,21**	6,01**	3,37**	0,12
S41324A-2 × K2577A	7,41**	5,38*	0,65	0,17
S41324A-2 × S48566-3	5,74*	6,31**	1,21*	-1,17*
S41324A-2 × S43523	14,04**	8,61**	-0,44	-0,70
K2577A × S48566-3	-1,58	3,25	-1,30**	1,88**
K2577A × S43523	18,71**	11,21**	0,90	-0,57
S48566-2 × S43523	10,38**	2,48	-0,96*	1,90**

*, ** Istotne odpowiednio dla $P < 0,05$ i $P < 0,01$

*, ** Significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively

Spośród mieszańców największy efekt charakteryzował kombinacje: S160 × S41806A, K1653 × S41324A-2, S160 × S245 i K2577A × S43523. Istotność efektów SCA dla plonu ziarna stwierdzona została u 20 mieszańców, jedynie dla dwóch z nich stwierdzono efekt ujemny (tab. 3). Największy dodatni efekt charakteryzował mieszańce: S41324A-2 × S43523, S160 × S48566-3, S245 × K2577A, S41806A × K2577A i K1653 × S41324A-2. Dla zawartości suchej masy istotność efektów SCA stwierdzono w przypadku 17 mieszańców (tab. 3). Dodatnie efekty charakteryzowały pięć mieszańców: S245 × S41806A, S48566-3 × S43523, K2577A × S48566-3, S160 × K1653 i S160 × S58566-3. Podobne wyniki SCA dla wysokości roślin i plonu ziarna uzyskali w badaniach Spaner i wsp. (1996), dla wysokości osadzenia pierwszej kolby Paul i wsp. (1999), a dla zawartości suchej masy Sughrue i wsp. (1997).

Obliczony stosunek GCA do SCA dla wysokości roślin, wysokości osadzenia pierwszej kolby, plonu ziarna i zawartości suchej masy wynosił odpowiednio: 0,86, 1,63, 0,34 i 12,10. Wartość mniejsza od 1 dla wysokości roślin i plonu ziarna wskazuje na przewagę nieaddytywnego działania genów warunkujących te cechy. Dziedziczenie dwóch pozostałych cech warunkuje przewaga addytywnego działania genów, co sprawia że selekcja na te cechy będzie efektywniejsza. Podobne sposoby działania genów dla wysokości roślin stwierdzili Kalita i wsp. (1995), a dla wysokości osadzenia kolby Tulu (1998).

WNIOSKI

1. Badane mieszańce pojedyncze były istotnie zróżnicowane pod względem analizowanych cech.
2. Wykazano istotne efekty zarówno dla ogólnej, jak i swoistej zdolności kombinacyjnej u wszystkich cech.
3. Przewaga addytywnego działania genów determinuje dziedziczenie wysokości osadzenia pierwszej kolby oraz zawartości suchej masy w ziarnie natomiast nieaddytywne działanie genów decyduje o wysokości roślin i plonie ziarna.
4. Wysokość roślin uległa najistotniejszemu skróceniu w potomstwie linii S160, S41324A-2 i S48566-3, przy jednoczesnym zwiększeniu zawartości suchej masy w ziarnie.
5. Istotne efekty GCA stwierdzono dla plonu ziarna linii S160 i S245.
6. Mieszańce linii S160, S245 i K1653 charakteryzowały się najwyższymi efektami SCA dla plonu ziarna.

LITERATURA

- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Austr. J. Biol. Sci.* 9: 463 — 493.
- Kalita U. C., Saikia R. B., Duara P. K. 1995. Studies of combining ability in maize (*Zea mays* L.). *Journal of the Agricultural Science Society of North-East India* 8:2, 216 — 219.
- Lipińska J. 1995. Ogólna i swoista zdolność kombinacyjna w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 156: 91 — 101.
- Paul K. K., Debanth S. C. 1999. Combining ability analysis in maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Science and Industrial Research* 42/ 3: 141 — 144.

- Spaner D., Brathwaite R. A. I., Mather D. E. 1996. Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. *Euphytica* 90: 65 — 72.
- Sughrue J. R., Hallauer A. R. 1997. Analysis of diallel mating design for maize inbred lines. *Crop Science* 37: 400 — 405.
- 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 czynnikiowym modelu krzyżowania. *Biul. IHAR* 200: 7 — 13.
- Zieger G. 1987. Results obtained from maize crossing series (*Zea mays* L.) with consequences for breeding. II. Assessment of variance components from tester crosses. *Archiv-für-Züchtungsforschung* 17 (6): 381 — 386.