

SYLWIA LEWANDOWSKA
RAFAŁ KURIATA
WŁADYSŁAW KADŁUBIEC

Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wartość hodowlana wybranych linii wsobnych kukurydzy

Breeding value of selected maize inbred lines

W pracy określono genetyczny potencjał krzyżowania z wykorzystaniem ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej 11 linii wsobnych kukurydzy pochodzących z hodowli kobierzycy, obecnie Oddział Nasiona Kobierzyc Małopolskiej Hodowli Roślin — HBP Spółka z o.o. Siedem zębkształtnych form matecznych i cztery formy ojcowskie o ziarnie szklistym oceniano na podstawie 28 mieszańców. Krzyżowanie linii w układzie czynnikowym zostało wykonane w 2004 roku na poletkach przestrzennie izolowanych w Wilczkowie, Przeclawicach i Królikowicach, miejscowościach położonych na terenie gminy Kobierzycy i jej okolic. W czasie wegetacji roślin, po kwitnieniu, wykonano na dziesięciu losowo wybranych roślinach z każdego poletka pomiary wysokości roślin oraz wysokości osadzenia pierwszej kolby. Przed zbiorem pobrano losowo z każdego poletka po pięć kolb, na których po wysuszeniu wykonano kolejno pomiary długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren i liczby ziaren z kolby. Po zbiorze określono procentową zawartość suchej masy w ziarnie oraz obliczono plon ziarna z hektara w t/ha przy 15% wilgotności ziarna. Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie efektów GCA linii matecznych dla długości i grubości kolby, liczby rzędów ziaren, zawartości suchej masy oraz plonu ziarna. Wykazano interakcję efektów GCA badanych linii z latami dla grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy oraz plonu ziarna. Z kolei istotne zróżnicowanie efektów SCA stwierdzono dla grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy i plonu ziarna. Podsumowując, efekty ogólnej wartości kombinacyjnej dla poszczególnych cech były bardzo zróżnicowane, stąd nie można wyróżnić jednoznacznie ani jednej linii dającej korzystne efekty dla wszystkich badanych cech.

Słowa kluczowe: genetyczny potencjał krzyżowania, linie wsobne, mieszańce pojedyncze kukurydzy

The aim of the studies was to determine genetic crossing potential of 11 maize inbred lines on the basis of general and specific combining abilities. Seven *dent* inbred lines were crossed with four *flint* testers giving finally twenty-eight single hybrids. The experiment, involving the lines and hybrids, was established during years 2004–2006 in the experimental field in Kobierzycy. The following traits were analyzed: plant height, ear height, ear length, ear diameter, number of grain rows, number of grains per ear, dry matter content and grain yield. On the basis of available information, it might be concluded that the lines were of different origins. Statistical calculations were carried out on the average values of each plot. Variance analysis showed significant differences of GCA effects of maternal lines for length and diameter ear, number of grain rows, dry matter content and grain yield. The interaction of GCA

effects for tested lines in years was found for the following traits: ear diameter, number of grain rows, dry matter content and grain yield. In turn, significant differences of SCA effects were found for ear diameter, number of grain rows, dry matter content and finally grain yield. Summarizing, the effects of general combining value for all characters varied, therefore none of the tested lines can be clearly distinguished as having beneficial effects on all tested traits.

Key words: genetic crossing potential, inbred lines, maize single hybrids

WSTĘP

Jednym z elementów hodowli mieszańcowej jest ocena wartości linii uzyskanych w hodowli wsobnej i na tej podstawie dobór komponentów do krzyżowania. Ocena ta obejmuje między innymi badanie efektów zdolności kombinacyjnych linii. Umożliwia to określenie stopnia wpływu form rodzicielskich na potomstwo i scharakteryzowanie wartości poszczególnych kombinacji krzyżówkowych. Znajomość ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) linii wsobnych daje możliwość eliminacji we wczesnych etapach hodowli tych linii, które przedstawiają małą wartość (Kuriata i in., 2003). Z kolei 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). W celu sprawdzenia wartości hodowlanej przeprowadza się najczęściej krzyżowania linii z co najmniej dwoma testerami. Taki system krzyżowań pozwala na oszacowanie zarówno ogólnej, jak i swoistej zdolności kombinacyjnej oddzielnie dla każdej cechy (Bujak i in., 2007).

Celem pracy była ocena zdolności kombinacyjnej 11 linii wsobnych kukurydzy na podstawie wartości mieszańców pojedynczych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 28 mieszańców pojedynczych kukurydzy. Krzyżowanie linii w układzie czynnikowym zostało wykonane w 2004 roku na poletkach przestrzennie izolowanych w Wilczkowie, Przecławicach i Królikowicach, miejscowościach położonych na terenie gminy Kobierzycy i jej okolic. Formami matecznymi o ziarnie zębokształtnym (dent) było 7 linii wsobnych: K112, K224, K231, K233, K247, K254, K285, zaś formami ojcowskimi były cztery linie wsobne o ziarnie szklistym (flint): K154, K296, K376, K382. Uzyskana liczba nasion pozwoliła na założenie doświadczeń w dwóch kolejnych latach (2005/06) na polach hodowlanych firmy Hodowla Roślin Rolniczych — Nasiona Kobierzyc Sp. z o.o., obecnie Małopolska Hodowla Roślin — Hodowla Buraka Pastewnego Sp. z o.o. Oddział Nasiona Kobierzyc. Nasiona do siewu pochodziły z zapyleń krzyżowych i wsobnych wykonanych w roku poprzedzającym założenie doświadczenia.

Doświadczenia polowe zostały założone na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego, gleba ciężka o pH 7,7, przedplonem był bobik. Gleba, na której założono doświadczenie to czarne ziemie właściwe, rodzaj — gleby ilaste. Materiał nasienny wysiano w Kobierzycach na poletkach dwurzędowych o powierzchni 5 m² w rozstawie rzędów 75 cm. Docelowa liczba roślin na poletkach wynosiła po 36 roślin, co dało obsadę

wynoszącą 7,19 roślin na 1 m². W czasie wegetacji roślin, po kwitnieniu, wykonano na dziesięciu losowo wybranych roślinach z każdego poletka pomiary wysokości roślin oraz wysokości osadzenia pierwszej kolby. Przed zbiorem pobrano losowo po pięć kolb, na których po wysuszeniu wykonano następujące pomiary: długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren, liczby ziaren z kolby. Ostatecznie, po zbiorze określono procentową zawartość suchej masy w ziarnie oraz obliczono plon ziarna z hektara w t/ha przy 15% wilgotności ziarna. Obliczenia statystyczne przeprowadzono na wartościach średnich z każdego poletka. Na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzono analizę wariancji oraz oszacowano efekty ogólnej (GCA) i swoistej wartości kombinacyjnej (SCA) dla ośmiu badanych cech. Istotność średnich kwadratów weryfikowano za pomocą statystyki F.

WYNIKI I DYSKUSJA

Nie ulega wątpliwości, iż wartość hodowlaną linii wsobnych, pod względem zróżnicowanych cech użytkowych, można ocenić na podstawie potomstwa pochodzącego z krzyżowania typu polycross lub top cross. O ile test polycross stosowany jest dla niewielkiej liczby ocenianych linii, to w przypadku ich większej liczby stosuje się powszechnie system krzyżowań topcrossowych (Adamczyk, 2005). Z kolei w oparciu o informacje genetyczne komponentów rodzicielskich uzyskanych na drodze doświadczalnej można opracowywać bardziej skuteczne programy hodowlane. A zatem, w ocenie skutku działania genów zainteresowani są w równym stopniu hodowcy, jak i genetycy (Królikowski, 1972).

W prezentowanych badaniach analizowano zmienność 8 cech użytkowych. Na podstawie tabeli 1 można wnioskować, iż analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie efektów GCA dla długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren, zawartości suchej masy i plonu ziarna.

Tabela 1

Średnie kwadraty zmienności badanych cech użytkowych linii wsobnych kukurydzy
Mean squares of variability of investigated traits

Źródło zmienności Variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Wysokość roślin Plant height	Wysokość osadzenia 1 kolby Ear height	Długość kolby Ear length	Grubość kolby Ear diameter	Liczba rzędów ziaren No of rows of grains	Liczba ziaren z kolby No of grains/ear	Zawartość suchej masy Dry matter content	Plon Grain yield
Lata — Years	1	28,38	1,67	1,76	0,40	3,37	65,07	60,68	0,85
GCA	6	0,36	35,08	1,94**	0,04**	1,86**	10,77	4,34**	0,79*
GCA × lata	6	0,41	15,34	0,08	0,01**	0,21	7,81*	0,92**	0,64**
SCA	18	0,67	60,74	0,46	0,02*	0,61	19,55*	1,22**	1,10**
SCA × lata	18	0,51	38,03	0,26	0,01	0,17	17,77	1,11**	0,33

* istotność na poziomie $p = 0,05$; significant at $p = 0,05$

** istotność na poziomie $p = 0,01$; significant at $p = 0,01$

Podobne wyniki otrzymali Iken i Olakojo (2006) oraz Bujak i in. (2006) wykazując istotne zróżnicowanie efektów GCA dla plonu ziarna oraz długości kolby i liczby rzędów

ziaren z kolby. Ponadto, wykazano interakcję efektów GCA badanych linii z latami dla: grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy oraz plonu ziarna, co świadczy o różnej ich reakcji na warunki środowiskowe. Istotną interakcję dla GCA linii matecznych ze środowiskiem stwierdzili również Bujak i in. (2006) dla liczby ziaren z kolby.

Z kolei istotne różnicowanie efektów SCA stwierdzono dla grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy i plonu ziarna, zaś jedynie w przypadku zawartości suchej masy wykazano istotną interakcję kombinacji rodzicielskich z latami. Podobne istotne efekty SCA dla liczby ziaren z kolby wykazali Bujak i in. (2006).

Z tabeli 2 wynika, iż efekty GCA trzech badanych linii (K233, K247, K285) były różne od pozostałych pod względem wysokości osadzenia pierwszej kolby, długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren, liczby ziaren i zawartości suchej masy.

Tabela 2

Ocena efektów głównych GCA badanych linii wsobnych kukurydzy
Main effects of GCA of investigated maize inbred lines

Linia ♀ Lines	Wysokość roślin Plant height	F emp.	Wysokość osadzenia 1 kolby Ear height	F emp.	Długość kolby Ear length	F emp.	Grubość kolby Ear diameter	F emp.
K112	0,69	0,83	2,45	1,03	-0,97	15,39	0,06	0,84
K224	0,25	1028,93	2,95	0,82	-1,15	32,51	0,20	2,61
K231	0,19	0,49	5,78	2,08	0,04	0,89	-0,021	1,62
K233	-0,37	0,67	-3,43	1,34	1,74	3045,79*	0,00	0,00
K247	0,00	0,00	-2,76	538,24*	-0,07	105,53	0,10	9,34
K254	-0,58	1,33	-6,05	52,02	-0,27	5,41	-0,17	7,37
K285	-0,19	0,93	1,07	0,28	0,67	3,94	-0,18	196,53*

Linia ♀ Lines	Liczba rzędów ziaren No of rows of grains	F emp.	Liczba ziaren No of grains/ear	F emp.	Zawartość suchej masy Dry matter content	F emp.	Plon Yield	F emp.
K112	0,90	5,19	4,62	1,23	-0,59	0,52	-0,34	0,30
K224	1,60	12,00	-0,06	0,09	-2,29	51,07	0,75	29,74
K231	-0,13	1,62	1,32	4,77	0,15	0,14	0,36	21,60
K233	-0,93	29,64	-2,01	1400,02*	1,67	173,18*	0,39	0,81
K247	-0,05	0,01	-1,43	7,24	-1,00	0,96	0,37	2,62
K254	-0,27	3,73	-1,41	0,56	1,87	653,10	-0,97	0,94
K285	-1,12	8798,44*	-1,03	0,62	0,18	0,04	-0,56	1,24

F_{tab(0,05)} = 161,45F_{tab(0,01)} = 4052,18 dla testowania indywidualnego; for individual testing

* significant at p=0.05

** significant at p=0.01

Linia K233 zwiększa długość kolby, liczbę ziaren oraz zawartość suchej masy, linia K247 zwiększa wysokość osadzenia pierwszej kolby, zaś K285 wpływa dodatnio na grubość kolby i liczbę rzędów ziaren u swojego potomstwa. Z kolei tabela 3 wykazuje istotnie dodatnie efekty SCA dla siedmiu kombinacji rodzicielskich pod względem następujących cech: wysokości osadzenia pierwszej kolby (K224×K382, K285×K154), długości kolby (K254×K296), grubości kolby (K224×K376, K254×K382), liczby rzędów

ziaren (K231×K376) oraz zawartości suchej masy (K231× K382). Warto podkreślić, iż efekty SCA pozostałych kombinacji rodzicielskich były nieistotne.

Tabela 3

Ocena efektów głównych SCA
Main effects of SCA

Mieszańce Hybrids	Wysokość roślin Plant height	F emp.	Wysokość osadzenia 1 kolby Ear height	F emp.	Długość kolby Ear length	F emp.	Grubość kolby Ear diameter	F emp.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
K112×K154	-0,08	0,84	-0,52	0,06	0,25	1,08	-0,06	4,92
K112×K296	-0,24	0,13	-1,21	0,07	-0,32	3,11	-0,04	1,28
K112×K376	0,74	0,49	1,58	0,11	-0,50	9,35	0,02	0,28
K112×K382	-0,42	1,92	0,15	0,01	0,57	30,89	0,09	7,44
K224×K154	0,09	0,03	1,48	1,34	0,21	12,28	0,01	0,11
K224×K296	-0,07	0,07	-9,87	103,59	-0,39	0,33	-0,04	3,42
K224×K376	-0,58	2,91	2,41	0,93	-0,44	41,29	-0,09	1560,25*
K224×K382	0,56	69,05	5,98	546,25*	0,61	1,24	0,12	1,96
K231×K154	0,52	4,50	-0,85	5,50	-0,26	1,95	-0,03	2,13
K231×K296	0,58	17,63	12,79	2,21	0,20	0,53	-0,06	2,03
K231×K376	-0,18	0,14	-0,92	0,02	0,62	3,31	0,05	2,81
K231×K382	-0,92	93,36	-11,01	43,39	-0,56	20,67	0,04	16,45
K233×K154	-0,26	10,88	1,36	1,05	-0,04	1,26	0,08	2,42
K233×K296	-0,27	1,61	0,50	0,35	-0,05	0,02	0,09	40,67
K233×K376	0,15	0,24	-1,55	0,35	0,33	6,49	-0,16	34,45
K233×K382	0,38	0,72	-0,31	0,44	-0,24	1,80	-0,01	0,13
K247×K154	0,62	0,90	1,60	15,56	0,43	3,86	-0,06	1,90
K247×K296	0,02	0,00	-2,00	0,10	0,29	0,48	-0,07	0,82
K247×K376	-0,24	5,94	2,79	0,27	-0,67	1,99	0,09	39,44
K247×K382	-0,39	2,72	-2,47	29,96	-0,05	0,04	0,03	2,79
K254×K154	-0,27	1,21	0,14	0,05	0,05	0,02	0,16	4,66
K254×K296	0,57	1,00	1,29	2,74	0,17	9409,00**	-0,01	0,02
K254×K376	-0,50	0,72	-6,26	2,56	0,29	18,38	-0,04	1,40
K254×K382	0,20	0,86	4,81	3,73	-0,17	0,31	-0,12	887,32*
K285×K154	-0,63	31,01	-3,31	457,30*	-0,64	11,93	-0,12	35,28
K285×K296	-0,59	2,11	-1,50	0,06	0,43	2,20	0,13	34,09
K285×K376	0,62	2,67	1,95	0,18	0,37	1,44	0,14	3,20
K285×K382	0,59	18,98	2,86	3,46	-0,16	0,85	-0,15	4,04

Mieszańce Hybrids	Liczba rzędów ziaren No of rows of grains	F emp.	Liczba ziaren No of grains/ear	F emp.	Zawartość suchej masy Dry matter content	F emp.	Plon Yield	F emp.
10	11	12	13	14	15	16	17	18
K112×K154	-0,37	0,41	-1,05	0,24	0,45	9,29	-0,45	0,67
K112×K296	0,14	0,00	-0,02	0,00	-0,57	1,23	-0,13	0,36
K112×K376	0,34	0,48	-2,13	0,53	0,26	0,39	-0,05	0,20
K112×K382	0,02	0,03	3,20	4,16	-0,16	0,02	0,64	9,57
K224×K154	0,59	53,20	1,08	1,53	-0,31	1,20	-0,01	0,00
K224×K296	-0,22	5,86	-2,23	30,38	0,29	1,10	-0,27	0,35
K224×K376	-0,23	0,37	-0,33	0,01	-0,06	0,00	-0,49	4,31
K224×K382	-0,14	0,49	1,48	0,18	0,08	0,04	0,78	4,87

10	11	12	13	14	15	16	17	18
K231×K154	-0,34	16,00	0,83	0,20	-0,79	0,84	0,32	0,52
K231×K296	-0,08	0,20	1,62	57,37	0,86	22,20	0,87	88,41
K231×K376	0,17	324,00*	0,47	3,41	-0,25	0,14	0,23	0,99
K231×K382	0,26	7,29	-2,93	1,55	0,18	499,00*	-1,42	6,06
K233×K154	0,79	19,08	5,01	17,70	-0,71	63,51	-0,52	0,94
K233×K296	0,05	0,15	-1,48	19,23	-0,82	2,97	-0,14	38,72
K233×K376	-1,09	58,78	-3,81	4,76	0,69	3,34	-0,08	0,13
K233×K382	0,26	2,52	0,28	1,68	0,85	0,80	0,74	4,71
K247×K154	-0,36	134,92	-2,96	37,11	0,09	2,11	-0,26	1,36
K247×K296	-0,37	15,80	-0,66	0,13	0,93	2,54	-0,17	0,11
K247×K376	0,29	121,00	-0,29	0,01	0,25	0,81	-0,45	11,96
K247×K382	0,44	25,00	3,91	0,61	-1,27	12,11	0,88	4,59
K254×K154	0,46	2,65	1,17	0,10	0,06	0,06	0,87	6,81
K254×K296	0,25	0,64	0,19	0,01	0,53	1,95	0,32	61,18
K254×K376	-0,29	1,48	0,76	0,06	-0,46	0,14	0,15	3,27
K254×K382	-0,41	2,28	-2,12	0,43	-0,13	0,05	-1,34	21,85
K285×K154	-0,76	60,54	-4,08	4,92	1,19	1,36	0,70	0,10
K285×K296	0,36	2,59	2,57	1,94	-1,21	13,11	-0,48	10,14
K285×K376	0,82	7,15	5,33	9,62	-0,44	0,48	0,69	38,40
K285×K382	-0,43	5,70	-3,82	3,75	0,45	0,38	-0,27	0,33

F tab(0,05) = 161,45 F tab(0,01) = 4052,18 dla testowania indywidualnego; for individual testing

* significant at p = 0.05; ** significant at p = 0.01

WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie efektów GCA dla długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren, zawartości suchej masy i plonu ziarna.
2. Wykazano interakcję efektów GCA badanych linii z latami dla grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy oraz plonu ziarna.
3. Istotne zróżnicowanie efektów SCA stwierdzono dla grubości kolby, liczby ziaren z kolby, zawartości suchej masy i plonu ziarna, zaś jedynie w przypadku zawartości suchej masy wykazano istotną interakcję kombinacji rodzicielskich z latami.
4. Efekty GCA trzech badanych linii (K233, K247, K285) były różne od pozostałych pod względem wysokości osadzenia pierwszej kolby, długości kolby, grubości kolby, liczby rzędów ziaren, liczby ziaren i zawartości suchej masy. Linia K233 zwiększa długość kolby, liczbę ziaren oraz zawartość suchej masy w potomstwie, linia K247 zwiększa wysokość osadzenia pierwszej kolby, zaś K285 wpływa dodatnio na grubość kolby i liczbę rzędów ziaren.
5. Stwierdzono istotnie dodatnie efekty SCA dla siedmiu kombinacji rodzicielskich pod względem następujących cech: wysokości osadzenia pierwszej kolby (K224×K382, K285×K154), długości kolby (K254×K296), grubości kolby (K224×K376, K254×K382), liczby rzędów ziaren (K231×K376) oraz zawartości suchej masy (K231×K382). Efekty SCA pozostałych kombinacji rodzicielskich były nieistotne.
6. Nie stwierdzono istotnie ujemnych efektów SCA dla żadnych z badanych kombinacji rodzicielskich.

LITERATURA

- Adamczyk J. 2005. Genetyczne podstawy hodowli kukurydzy. W: Zarys genetyki zbóż. A. Górny (Red.), IGR PAN Poznań, t. 2: 281 — 310.
- Bujak H., Jedyński S., Kaczmarek J., Karwowska C., Kurezych Z., Adamczyk J. 2006. Wielocechowa analiza wartości hodowlanej linii wsobnych kukurydzy (*Zea mays* L.). Biul. IHAR 240/241: 211 — 216.
- Bujak H., Kaczmarek J., Jedyński S., Dmochowska-Huba K. 2007. Genetyczny potencjał krzyżowania linii wsobnych kukurydzy. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 517: 197 — 203.
- Iken J. E., Olakojo S. A. 2006. Combining ability and progeny performance of nine popcorn inbred lines (*Zea mays* L) in south western Nigeria. Agricultural and Food Science Journal of Ghana. Vol. 5: 409 — 417.
- Królikowski Z. 1972. Odziedziczalność kilku cech użytkowych u kukurydzy. Biul. IHAR 3-4: 179 — 182.
- Kuriata R., Kadłubiec W., Adamczyk J., Cygert H. 2003. Analiza dialleliczna mieszańców pojedynczych kukurydzy. Biul. IHAR 230: 417 — 422.
- Lipińska J. 1995. Ogólna i swoista zdolność kombinacyjna w hodowli roślin. Biul. IHAR 156: 91 — 101.