

WANDA KOCIUBA¹
ZBIGNIEW SEGIT¹
WŁADYSŁAW KADŁUBIEC²
RAFAŁ KURIATA²

¹ Instytut Genetyki Hodowli i Biotechnologii Roślin UP w Lublinie

² Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa UP we Wrocławiu

Ocena zdolności kombinacyjnej wybranych odmian i linii pszenicy twardej *T. durum* Desf.

Estimation of combining ability of chosen *T. durum* Desf. cultivars and lines

Materiał do badań stanowiły mieszańce F₂ uzyskane ze skrzyżowania 6 form matecznych (AC Melita, Solga, Wagtail, LGR 900/3a, LGR 1359/8, ICDW 21666) z 4 formami ojcowskimi (Immer, Atlas, ICDW 21545, Heines Deutscher Hartweizen). Oszacowano ogólną i swoistą zdolność kombinacyjną. Stwierdzono przewagę addytywnego działania genów w dziedziczeniu większości analizowanych cech. Na podstawie oszacowanych efektów GCA należy wyróżnić odmiany Wagtail, i Immer oraz linię LGR 900/3a, które korzystnie oddziałują na wiele cech. Wieloma dodatnimi efektami swoistej zdolności kombinacyjnej charakteryzują się mieszańce AC Melita × ICDW 21545 i Wagtail × Heines Deutscher Hartweizen.

Słowa kluczowe: pszenica twarda, mieszańce, zdolność kombinacyjna

Material for the study consisted of second generation hybrids (F₂) derived from crosses of six maternal forms (AC Melita, Solga, Wagtail, LGR 900/3a, LGR 1359/8, ICDW 21666) with four paternal forms (Immer, Atlas, ICDW 21545, Heines Deutscher Hartweizen). General and specific combining ability was estimated in research. Predominance of additive genes effect in heredity of the most of analyzed traits was found. On the basis of estimated GCA effects, the following varieties: Wagtail, Immer, and LGR 900/3a line should be distinguished as having positive effects on many tested traits. The hybrids AC Melita × ICDW 21545 and Wagtail × Heines Deutscher Hartweizen are characterized by many positive effects of specific combining ability.

Key words: combining ability, durum wheat, hybrids

WSTĘP

W hodowli nowych plennych odmian konieczna jest znajomość sposobu dziedziczenia cech. Niezbędna jest również znajomość materiału wyjściowego, gdyż umożliwia i ułatwia odpowiedni dobór komponentów do krzyżowań. Ocena zdolności kombinacyjnej określająca zdolność odmiany do tworzenia wartościowego potomstwa pozwala na prowadzenie skutecznej selekcji korzystnych rekombinacji we wczesnych pokoleniach.

Przyczynia się również do przyspieszenia prac hodowlanych jak podaje wiele autorów (Borgh i Perenzin, 1994; Mou i Kronstad, 1994; Lonc i Zalewski, 1995; Sharma i in., 1995; Zalewski, 2000).

Celem niniejszych badań była ocena ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej wybranych odmian i linii pszenicy twardej.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły mieszańce F_2 jarej pszenicy twardej uzyskane w wyniku krzyżowania 6 form matecznych (Solga, Wagtail, LGR 900/3a, LGR 1359/8, ICDW 21666, AC Melita) z 4 formami ojcowskimi (Atlas, Immer, ICDW 21545, Heines Deutscher Hartweizen). Wyboru odmian i linii do krzyżowania dokonano w oparciu o wcześniejsze obserwacje i pomiary. Wybrane obiekty charakteryzowały się wysokością roślin poniżej 95 cm, masą ziaren z kłosa powyżej 2,5g oraz barwą ziarniaków od żółtej do bursztynowej. Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w dwóch powtórzeniach w rozstawie 20×10 cm w Gospodarstwie Doświadczalnym UP w Czesławicach k/Nałęczowa. Z każdego poletka pobrano po 30 roślin i wykonano pomiary biometryczne niektórych cech użytkowych (wykaz w tabeli 1).

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie wykonując analizę wariancji dla form rodzicielskich i ich mieszańców. Następnie oszacowano efekty ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej. Istotność efektów testowano testem t-studenta.

Analizę wariancji wykonano dla modelu stałego.

$$y_{ijk} = m + \rho_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

gdzie:

y_{ijk} — średnia arytmetyczna obserwacji cechy ilościowej potomstwa kombinacji krzyżowania i -tej formy matecznej oraz j -tej formy ojcowskiej w k -tym bloku

m — średnia ogólna

ρ_k — efekt k -tego bloku

α_i — efekt GCA i -tej formy matecznej

β_j — efekt GCA j -tej formy ojcowskiej

$(\alpha\beta)_{ij}$ — efekt SCA i -tej formy matecznej krzyżowanej z j -tą formą ojcowską

e_{ijk} — błąd eksperymentalny.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie analizy wariancji (tab. 1) stwierdzono istotne zróżnicowanie form matecznych pod względem wszystkich analizowanych cech. Dla form ojcowskich nie stwierdzono istotnego zróżnicowania tylko w przypadku masy ziaren z kłosa i rośliny. Wysokie istotne średnie kwadraty odchyłeń dla form rodzicielskich oraz ich wartości wskazują na przewagę addytywnego działania genów w dziedziczeniu ocenianych cech.

Istotny wpływ efektów addytywnego działania genów na kształtowanie się cech struktury plonu pszenicy stwierdzają również Kadłubiec i in. (1989), Lonc i Zalewski (1996), Dere i Yildirim (2006), Nawracała i in. (2008). Prace Zalewskiego (2000, 2001) wskazują na istotny wpływ nieaddytywnego działania genów w dziedziczeniu wysokości roślin, długości i zbitości kłosa. Szwed-Urbaś i in. (2000) w badaniach nad mieszańcami pszenicy twardej stwierdzili nieaddytywne działanie genów w kształtowaniu się liczby i masy ziaren z kłosa.

Tabela 1

Średnie kwadraty odchyłeń w analizie wariancji
The mean square in analysis variance

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares									
		długość osadki spike rachis length	liczba kłosków w kłosie number of spikelets per spike	zbitość kłosa spike density	liczba ziaren z kłosa number of grain per spike	masa ziaren z kłosa grain weight per spike	plodność kłosa spikelet fertility	wysokość rośliny plant height	liczba ziaren z rośliny number of grain per plant	masa 1000 ziaren grain weight	masa ziaren z rośliny weight of grain per plant
Formy mateczne Maternal forms	5	0,69**	3,58**	11,07**	48,06*	0,24**	0,23**	445,07**	534,91**	41,73**	0,65**
Formy ojcowskie Paternal forms	3	1,93**	3,15**	17,22**	31,88*	0,00	0,13**	602,85**	146,88**	41,88**	0,09
Mieszańce Hybrids	15	0,04*	0,05	0,80*	3,18*	0,01*	0,01*	67,55**	161,31**	2,34**	0,37**
Błąd Error	23	0,02	0,04	0,36	2,68	0,00	0,01	3,93	29,26	0,74	0,05

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$; * Significant at $\alpha = 0,05$

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$; ** Significant at $\alpha = 0,01$

Obliczone efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej dla matek i ojców wskazują na istotny, a jednocześnie różny wpływ na potomstwo (tab. 2). Istotne efekty GCA dla wszystkich obiektów uzyskano tylko w przypadku wysokości roślin i liczby kłosków w kłosie. Cztery formy — ICDW 21666, LGR 1359/8, AC Melita, Heines Deutscher Hartweizen — będą przekazywały cechę długiego źdźbła. Pozostałe formy mogą być dobrymi komponentami do krzyżowań celem skrócenia źdźbła. Na szczególne podkreślenie zasługują linia LGR 900/3a oraz odmiany Wagtail i Immer, które oddziałują korzystnie na wiele cech. LGR 900/3a i Immer odznaczają się dodatnimi efektami w przypadku zbitości kłosa, liczby kłosków w kłosie, plodności kłosa, liczby i masy ziaren z kłosa i liczby ziaren z rośliny. Obniżają jednak masę 1000 ziaren, choć dla LGR 900/3a efekt GCA jest nieznaczny i nieistotny. Dla odmiany Wagtail istotne dodatnie efekty GCA stwierdzono dla liczby kłosków w kłosie i masy ziaren z kłosa. Wysoki i dodatni efekt ogólnej zdolności kombinacyjnej zaobserwowano również w przypadku masy 1000 ziaren.

Tabela 2

Efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej
Effects of general combining ability

Formy rodzicielskie Parental forms	Długość osadki kłosowej Spike rachis length	Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per spike	Zbitość kłosa Spike density	Liczba ziaren z kłosa Number of grain per spike	Masa ziaren z kłosa Grain weight per spike	Płodność kłosa Spikelet fertility	Wysokość rośliny Plant height	Liczba ziaren z rośliny Number of grain per plant	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	Masa ziaren z rośliny Weight of grain per plant
Formy mateczne Maternal forms										
Solga	-0,33**	-1,11**	-0,60**	-1,00	-0,05*	0,15**	-10,64**	-4,33*	-0,34	-0,14
Wagtail	0,25**	0,75**	-0,04	-0,79	0,10**	-0,15**	-1,46*	-10,50**	3,37**	-0,18*
LGR 900/3a	-0,14**	0,43**	1,40**	2,30**	0,11**	0,09**	-6,49**	4,32*	-0,55	0,17*
LGR 1359/8	-0,21**	0,18*	1,37**	-2,07**	-0,03	-0,14**	6,92**	-4,50*	1,65**	-0,01
AC Melita	0,46**	0,19**	-1,54**	3,72**	0,19**	0,21**	7,34**	12,70**	-0,81**	0,48**
ICDW 21666	0,01	-0,44**	-0,59**	-2,20**	-0,31**	-0,16**	4,31**	2,31	-3,31**	-0,32**
Formy ojcowskie Paternal forms										
Atlas	-0,30**	-0,57**	0,62**	-1,11*	-0,01	0,01	-4,19**	-2,69	1,24**	0,05
Immer	-0,15**	0,24**	1,07**	2,43**	0,01	0,13**	-3,84**	5,12**	-2,66**	-0,09
ICDW 21545	-0,40**	-0,25**	-0,02	-0,57	0,02	-0,01	-2,55**	-0,79	1,37**	0,10
Heines Deut	0,59**	0,58**	-1,70**	-0,76	-0,02	-0,13**	10,58**	-1,64	0,04	-0,06

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$; * Significant at $\alpha = 0.05$ ** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$; ** Significant at $\alpha = 0.01$

Tabela 3

Efekty swoistej zdolności kombinacyjnej
Effects of specific combining ability

Mieszance Hybrids	Długość osadki kłosowej Spike rachis length	Zbitość kłosa Spike density	Liczba ziaren z kłosa Number of grain per spike	Masa ziarna z kłosa Grain weight per spike	Płodność kłosa Spikelet fertility	Wysokość rośliny Plant height	Liczba ziaren z rośliny Number of grain per plant	Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	Masa ziarna z rośliny Weight of grain per plant
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solga × Atlas	0,04	0,01	-0,15	0,03	-0,01	2,54*	13,18**	0,85	0,62**
Solga × Immer	-0,02	0,17	-0,63	0,00	-0,04	3,46**	-3,55	0,89	0,03
Solga × ICDW 21545	0,02	0,05	0,23	-0,06	0,03	-2,17	-6,92*	-2,10**	-0,52**
Solga × Heines Deut.	-0,03	-0,23	0,55	0,03	0,02	-3,80**	-2,71	0,35	-0,12
Wagtail × Atlas	-0,13	0,45	0,45	-0,01	0,05	3,26**	-0,89	-0,93	-0,13
Wagtail × Immer	0,04	-0,20	0,52	-0,01	-0,05	-2,19	-4,34	0,22	0,001
Wagtail × ICDW 21545	-0,13	0,68	-1,29	-0,07	-0,05	-6,55**	-1,67	-0,03	-0,18
Wagtail × Heines Deut.	0,23**	-0,94*	1,36	0,09*	0,05	11,99**	6,90*	0,74	0,31*
LGR 900/3a × Atlas	-0,12	0,06	0,02	-0,01	0,07	4,25**	1,21	0,85	-0,01
LGR 900/3a × Immer	-0,03	0,80*	-0,36	-0,08	-0,08*	0,65	-9,32**	-0,97	-0,41**
LGR 900/3a × ICDW 21545	0,21*	-0,58	-0,30	0,04	-0,03	2,74*	9,75**	0,88	0,54**
LGR 900/3a × Heines Deut.	-0,06	-0,28	0,64	0,05	0,05	-7,65**	-1,65	0,73	-0,11
LGR 1359/8 × Atlas	0,06	-0,14	0,12	-0,01	0,01	-5,70**	2,91	-0,16	0,06
LGR 1359/8 × Immer	0,02	0,08	1,22	0,05	0,07	3,70**	1,59	-0,39	-0,04
LGR 1359/8 × ICDW 21545	-0,14	0,54	-1,54	-0,06	-0,05	1,74	-5,51	0,29	-0,27*
LGR 1359/8 × Heines Deut.	0,11	-0,49	0,20	0,02	-0,03	7,66*	4,20	0,25	0,25
AC Melita × Atlas	0,24**	0,01	-1,68	-0,02	-0,08	1,86	-11,00**	-0,43	-0,51**

c. d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AC Melita × Immer	-0,05	-0,36	0,78	0,01	0,05	-2,30	6,39*	0,31	0,11
AC Melita × ICDW 21545	0,01	-0,47	2,28*	0,18**	0,16*	2,88*	12,86**	1,53*	0,81**
AC Melita × Heines Deut.	-0,20*	0,82*	-1,38	-0,16**	-0,12*	-2,44*	-8,24*	-1,41*	-0,42**
ICDW 21666 × Atlas	-0,03	0,40	1,23	0,02	-0,03	0,33	-5,40	1,30*	0,03
ICDW 21666 × Immer	0,05	-0,50	-0,49	0,03	0,06	4,08**	12,42**	-0,06	0,31*
ICDW 21666 × ICDW 21545	0,03	-0,22	0,63	-0,04	-0,06	1,35	-8,51**	-0,58	-0,36**
ICDW 21666 × Heines Deut.	-0,04	1,12**	-1,37	-0,01	0,03	-5,76**	1,49	-0,67	0,09

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$; * Significant at $\alpha = 0,05$

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$; ** Significant at $\alpha = 0,01$

Tylko nieliczne mieszańce F_2 wykazywały istotne efekty swoistej zdolności kombinacyjnej (tab. 3). Korzystne ujemne efekty dla wysokości roślin stwierdzono u sześciu mieszańców, dla dziesięciu zaś efekty były dodatnie, niekorzystne. Sześć mieszańców wykazywało korzystne dodatnie efekty SCA dla liczby ziaren z rośliny a pięć dla masy ziaren z rośliny. Najbardziej interesujące wydają się być mieszańce AC Melita × ICDW 21545 i Wagtail × Heines Deutscher Hartweizen charakteryzujące się wieloma dodatnimi efektami SCA. Wykazują one jednakże niekorzystny efekt dla wysokości roślin. Obiecujące mogą być też mieszańce LGR 900/3a × ICDW 21545 odznaczające się trzema korzystnymi dodatnimi efektami.

WNIOSKI

1. Przewaga addytywnego działania genów determinuje większość analizowanych cech.
2. Należy wyróżnić odmiany Wagtail i Immer oraz linię LGR 900/3a, które przekazują potomstwu wiele korzystnych cech.
3. Mieszańce AC Melita × ICDW 21545 i Wagtail × Heines Deutscher Hartweizen charakteryzujące się wieloma dodatnimi efektami swoistej zdolności kombinacyjnej mogą być interesującym materiałem w dalszych pracach hodowlanych.

LITERATURA

- Borghini B., Perenzin M. 1994. Diallel analysis to predict heterosis and combining ability for grain yield, yield components and breadmaking quality in bread wheat (*T. aestivum*). Theor. Appl. Genet. 89: 975 — 981.
- Dere S., Yildirim M. B. 2006. Inheritance of plant height, tiller number per plant, spike height and 1000 kernel weight in a 8×8 diallel cross population of bread wheat. Cereal Res. Commun. 34 (2–3): 965 — 972.
- Kadłubiec W., Lonc W., Strugała J., Weber R. 1989. Wartość kombinacyjna cech użytkowych kilku linii pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 382: 109 — 117.
- Lonc W., Zalewski D. 1995. Zdolność kombinacyjna cech jakościowych kilku linii pszenicy ozimej. Biul. IHAR 194: 5 — 12.
- Lonc W., Zalewski D. 1996. Ocena zdolności kombinacyjnej siedmiu linii pszenicy ozimej. Biul. IHAR 200: 259 — 265.
- Mou B. Q., Kronstad W. E. 1994. Duration and rate of grain filling in selected winter wheat populations. 1. Inheritance. Crop Sci. 3: 833 — 837.
- Nawracała J., Łuczkiwicz T., Dyba S. 2008. Analiza uwarunkowań genetycznych cech struktury plonu u mieszańców pokolenia F_1 i F_2 otrzymanych z krzyżowań diallelicznych pszenicy ozimej. Biul. IHAR 250: 59 — 65.

- Sharma S. N., Sharma R. K., Bhatnagar S. M., Bhatnagar V. K. 1995. Genetic Architecture of grain yield in durum wheat under different environments. *Cereal Res. Commun.* 23: 257 — 261.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Zalewski D. 2000. Ocena ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej cech ilościowych u wybranych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR* 216: 343 — 350.
- Zalewski D. 2000. Oszacowanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej cech ilościowych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 216: 267 — 272.
- Zalewski D. 2001. Ocena zdolności kombinacyjnej siedmiu linii pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 218/219: 75 — 81.