

HENRYK BUJAK¹**LECHOSŁAW GROCHOWSKI**²**JAN KACZMAREK**¹¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu² Hodowla Roślin Smolice Sp. z o. o.

Analiza genetyczno-hodowlana wybranych cech struktury plonu mieszańców żyta ozimego

Genetic-breeding analysis of some yield structure traits of winter rye hybrids

W pracy oszacowano wartości kombinacyjne oraz przeprowadzono analizę interakcji zdolności kombinacyjnych ze środowiskiem dla wysokości roślin, plonu ziarna z poletka, masy 1000 ziaren i masy hektolitra. Materiał badawczy stanowiło 40 mieszańców żyta ozimego uzyskanych ze skrzyżowania 8 mieszańców pojedynczych z cms z 5 żółtoziarnistymi formami ojcowskimi. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych mieszańców oraz środowiska dla wszystkich badanych cech. Wykazano addytywny sposób działania genów dla wysokości roślin i plonu ziarna z poletka oraz przewagę addytywnych nad nieaddytywnymi formami działania genów dla masy 1000 ziaren i masy hektolitra. Istotna interakcja zdolności kombinacyjnych (GCA i SCA) ze środowiskiem wystąpiła dla wysokości roślin. Na podstawie wartości efektów ogólnej wartości kombinacyjnej można wyróżnić mieszańca (5491 × 2130), który użyty w programach hodowlanych podnosi plon i masę 1000 ziaren. Spośród analizowanych linii żółtoziarnistych żyta użytych jako formy ojcowskie na uwagę zasługuje linia 70621, która powoduje wzrost plonu nie zwiększając przy tym wysokości roślin.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, mieszańce, zdolność kombinacyjna, żyto ozime

The paper presents estimates of GCA and SCA effects and their interaction with environment for plant height, grain yield/plot, 1000 grain weight and hectoliter weight. The plant material consisted of 40 hybrids obtained from crossing of 8 single hybrids (cms) with 5 yellow-grained paternal forms. Plant height and grain yield/plot were determined by additive gene effects, whereas the GCA effects were more important than the SCA effects in determining 1000 grain weight and hectoliter weight. A significant influence of the combining ability (GCA and SCA) × environment interaction on plant height was observed. The evaluation of GCA effects allowed to select a hybrid (5491 × 2130) as the best combiner for grain yield and 1000 grain weight. Among the paternal forms, line 70621 is noteworthy as exhibiting good combining ability for grain yield without increasing plant height.

Key words: combining ability, genotype-environment interaction, hybrids, winter rye

WSTĘP

Hodowla mieszańcowa żyta oraz produkcja nasienna prowadzone są z wykorzystaniem cytoplazmatyczno-genetycznej niepłodności typu „Pampa”. Poważną wadą tego typu niepłodności są trudności z wyhodowaniem efektywnych restorerów, co wynika z faktu, iż w europejskich populacjach żyta występuje mała częstość genów przywracających płodność (Geiger, Schnell, 1970; Geiger, Morgenstern, 1975; Kolasińska, Węgrzyn, 1998; 2000; Węgrzyn, Kolasińska, 1999) oraz skomplikowanego sposobu dziedziczenia tej cechy (Melz, Adolf, 1991). Płodność mieszańców zależy nie tylko od genotypu restorera, ale także genotypu komponentu męskiego i warunków środowiska (Geiger i in., 1995; Madej i in., 1996; Kolasińska, 1998).

W pracach hodowlanych wykorzystywane są również linie o żółtym zabarwieniu okrywy owocowo-nasiennej, które stanowiąc komponent męczny w programach krzyżowań pozwalają na uzyskanie mieszańców żyta z wykorzystaniem ksenii (Bujak i in., 1996; 2000; Grochowski i in. 1996a, 1996b; Kaczmarek i in., 1996).

Celem niniejszych badań było oszacowanie wartości kombinacyjnych oraz przeprowadzenie analizy interakcji zdolności kombinacyjnych ze środowiskiem dla takich cech, jak: wysokość roślin, plon z poletka, masa 1000 ziaren i masa hektolitra.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 40 mieszańców żyta ozimego. Mieszańce uzyskano ze skrzyżowania 8 cytoplazmatycznie męskosterylnych mieszańców pojedynczych (SC-CMS) z 5 formami ojcowskimi, którymi były najlepsze żółtoziarniste linie hodowli smolickiej (70617, 70620, 70621, 71685, 71687).

W latach 1999/2000 i 2000/2001 zostały przeprowadzone doświadczenia polowe założone metodą kraty kwadratowej w 4 powtórzeniach w 5 środowiskach glebowo-klimatycznych. Środowisko oznacza doświadczenie założone w jednym roku w danej miejscowości. Rośliny wysiano punktowo w rozstawie 5 x 20 cm na mikropoletkach o powierzchni 1 m². Wykonano pomiary: wysokości roślin (cm), plonu z poletka (kg/poletko), masy 1000 ziaren (g) i masy hektolitra (kg).

W celu stwierdzenia istotności różnic między środowiskami, genotypami i interakcji środowisk z miejscowościami przeprowadzono analizę wariancji dla doświadczeń wielokrotnych. Po odrzuceniu hipotezy o zerowych efektach genotypów i ich interakcji ze środowiskami zastosowano analizę zdolności kombinacyjnych. Oszacowano efekty ogólnej wartości kombinacyjnej (GCA) form męcznych i ojcowskich, swoistej wartości kombinacyjnej (SCA) mieszańców oraz ich interakcje ze środowiskami. Poszczególne składniki w analizie wariancji testowano średnim kwadratem błędu. Do wykazania istotności efektów ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej wykorzystano test Studenta.

WYNIKI

Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie badanych mieszańców oraz zróżnicowanie środowiska dla wszystkich cech (tab. 1). Interakcja genotypowo-środowiskowa

wystąpiła jedynie dla masy hektolitra, natomiast dla pozostałych cech była nieistotna. Świadczy to o stabilności tych cech u badanych mieszańców żyta, które mimo wyraźnie różnych warunków środowiskowych reagowały podobnie. Wystąpiły również istotne średnie kwadraty powtórzenia w środowiskach dla wszystkich cech.

Tabela 1

Średnie kwadraty zmienności z analizy wariancji dla badanych cech
Mean squares for the analysed traits

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares			
		Wysokość roślin Plant height	Plon g/pol. Grain yield/plot	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight	Masa hektolitra Test weight
Środowiska Environments	4	27176,50*	1398648,00*	5706,84*	147,75*
Powtórzenia × środowiska Replication in environments	15	1858,80*	68979,21*	49,35*	2,14*
Genotypy Genotypes	39	1626,36*	16999,39*	54,23*	15,51*
Genotypy × środowiska Genotypes × environments	156	1417,52	12053,95	6,36	3,38*
Błąd Error	585	1318,18	11772,01	6,60	1,82

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

* Significant at $\alpha = 0.05$

Wyniki analizy wariancji dały podstawę do określenia efektów ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej oraz ich interakcji ze środowiskiem dla masy hektolitra, dla której to cechy stwierdzono istotność interakcji genotypów ze środowiskiem. Tabela 2 przedstawia średnie kwadraty zmienności ogólnej wartości kombinacyjnej (GCA) form matecznych i ojcowskich, swoistej wartości kombinacyjnej mieszańców (SCA) oraz interakcji GCA i SCA ze środowiskiem.

Wyniki tej tabeli wskazują na występowanie istotności zróżnicowania form matecznych pod względem ogólnej wartości kombinacyjnej dla plonu ziarna z poletka, masy 100 ziaren i masy hektolitra, dla form ojcowskich dla wszystkich badanych cech oraz swoistej wartości kombinacyjnej dla masy 1000 ziaren i masy hektolitra. Dla masy hektolitra stwierdzono również istotną interakcję zarówno GCA form matecznych i ojcowskich, jak i SCA mieszańców ze środowiskiem. Porównując średnie kwadraty dla ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej można stwierdzić addytywny sposób działania genów dla wysokości roślin i plonu ziarna z poletka oraz przewagę addytywnych nad nieaddytywnymi formami działania genów dla masy 1000 ziaren i masy hektolitra.

Efekty ogólnej wartości kombinacyjnej form matecznych i testerów dla analizowanych cech przedstawiono w tabeli 3. Analizując oszacowane efekty GCA dla wysokości roślin żaden z użytych testerów w istotny sposób nie obniżał u potomstwa długości źdźbła, a linia 71685 nawet go wydłużała. Spośród badanych mieszańców pojedynczych (SC-CMS) użytych jako formy mateczne w programie krzyżowań na uwagę zasługuje mieszaniec

(5491 × 2130), który w mieszańcach produkcyjnych powoduje istotny wzrost plonu z poletka oraz podwyższa masę 1000 ziaren.

Tabela 2

Średnie kwadraty zmienności dla zdolności kombinacyjnych oraz ich interakcji ze środowiskiem

Mean squares for combining ability and their interaction with environments

Zmienność Variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares			
		wysokość roślin plant height	plon g/pol. grain yield/plot	masa 1000 ziaren 1000 grains weight	masa hektolitra test weight
GCA matek GCA female	9	1777,86	34816,00*	102,11*	19,79*
GCA ojców GCA male	3	3813,25*	36808,00*	270,75*	92,06*
SCA	27	1276,00	9715,42	11,33*	3,50*
GCA matek × środowiska GCA female × environments	36	1244,89	14041,14	8,66	4,20*
GCA ojców × środowiska GCA male × environments	12	1522,56	13082,00	6,70	7,19*
SCA × środowiska SCA × environments	108	1306,38	11410,29	5,76	2,61*
Błąd Error	585	1318,18	11772,01	6,60	1,82

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

* Significant at $\alpha = 0.05$

Tabela 3

Efekty ogólnej wartości kombinacyjnej (GCA) form matecznych i testerów

Effects of general combining ability (GCA) of the mother forms and testers

Wyszczególnienie Item	Wysokość roślin Plant height	Plon g/pol. Grain yield/plot	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight	Masa hektolitra Test weight
Formy mateczne Mother forms				
(430 × 2130)		23,10*	0,76*	-0,13
(130 × 463)		-27,15*	-0,15	-0,59*
(5491 × 2130)		24,89*	0,62*	0,30
(130 × 2130)		4,22	1,76*	0,68*
(130 × 5491)		-0,08	-0,56*	0,25
(463 × 5491)		3,48	-1,45*	-1,07*
(2683 × 482)		-21,62*	-0,21	0,30
(482 × 4475)		-6,84	-0,77*	0,26
Testery Testers				
70617	-1,35	3,71	-1,06*	1,15*
70620	-2,97	-18,78*	-1,62	0,98**
70621	-0,41	22,67*	0,34	-0,65*
71685	8,42*	-5,92	1,56	-0,70
71687	-3,68	-1,68	0,74*	-0,78*

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

* Significant at $\alpha = 0.05$

Na uwagę zasługuje również mieszaniec (130 × 2130), który u potomstwa podwyższa masę 1000 ziaren i masę hektolitra. Spośród linii żółtoziarnistych użytych jako formy ojcowskie w programie krzyżowań na uwagę zasługuje linia 70621, która użyta w programach hodowlanych podwyższa plon ziarna. Linia 71687 w istotny sposób wpływa u potomstwa na wzrost masy 1000 ziaren, a linie 70617 i 7620 podwyższają u potomstwa masę hektolitra. Analiza efektów SCA (tab. 4) pozwoliła na wybranie pojedynczych mieszańców które charakteryzowały się podwyższoną masą 1000 ziaren lub masą hektolitra. Dla każdej z tych cech stwierdzono jedynie po cztery takie mieszańce.

Tabela 4

Efekty swoistej wartości kombinacyjnej (SCA) mieszańców Effects of specific combining ability (SCA) of hybrids							
Formy mateczne Mother forms	Testery Testers	Cecha Trait	70617	70620	70621	71685	71687
(430 × 2130)	A	-0,33	-0,11	0,18	-0,24	0,50	
	B	0,01	0,21	-0,10	-0,06	-0,05	
(130 × 463)	A	-0,55	0,45	-0,17	0,87	-0,61	
	B	0,75*	0,47	0,10	-0,44	-0,88*	
(5491 × 2130)	A	0,43	0,30	0,43	0,15	-1,31*	
	B	-0,73*	-0,20	0,30	0,13	0,51	
(130 × 2130)	A	0,21	-0,20	0,03	-0,71	0,67	
	B	-0,25	-0,51	0,64*	-0,14	0,26	
(130 × 5491)	A	1,33*	-0,56	0,16	-0,03	-0,90	
	B	-0,51	-0,12	-0,06	0,21	0,49	
(463 × 5491)	A	-0,75	-0,98*	-0,03	0,59	1,17*	
	B	0,68*	0,45	-0,13	-0,06	-0,93*	
(2683 × 482)	A	-0,77	1,10*	-0,39	0,42	-0,36	
	B	0,01	-0,19	0,45	-0,01	-0,25	
(482 × 4475)	A	0,42	-0,01	-0,21	-1,05*	0,84	
	B	0,05	-0,10	-1,19*	0,38	0,86*	

A — Masa 1000 ziaren; A — 1000 grains weight

B — Masa hektolitra; B — Test weight

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

* Significant at $\alpha = 0.05$

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie badanych mieszańców oraz środowisk dla wszystkich badanych cech.
2. Wykazano addytywny sposób działania genów dla wysokości roślin i plonu ziarna z poletka oraz przewagę addytywnych nad nieaddytywnymi formami działania genów dla masy 1000 ziaren i masy hektolitra.
3. Jedynie dla wysokości roślin wystąpiła istotna interakcja zdolności kombinacyjnych (GCA i SCA) ze środowiskiem. U pozostałych cech środowisko nie modyfikuje w istotny sposób zdolności przekazywania cech przez formy rodzicielskie potomstwu.
4. Oceniając formy rodzicielskie pod względem ogólnej zdolności kombinacyjnej, należy wyróżnić mieszańca (5491 × 2130), który użyty w programach hodowlanych podnosi

plon i masę 1000 ziaren. Spośród analizowanych linii żółtoziarnistych żyta użytych jako formy ojcowskie na uwagę zasługuje linia 70621, która powoduje wzrost plonu nie zwiększając przy tym wysokości roślin.

5. Analizując efekty swoistej wartości kombinacyjnej można wybrać mieszańce o poprawionych wartościach masy 1000 ziaren i masy hektolitra.

LITERATURA

- Bujak H., Kaczmarek J., Kadłubiec W., Grochowski L. 2000. Interakcja genotypowo-środowiskowa żółtoziarnistych linii żyta ozimego. Biul. IHAR 216: 55 — 60.
- Geiger H. H., Schnell F. W. 1970. Cytoplasmic sterility in rye (*Secale cereale* L.). Crop Sci. 10: 590 — 593.
- Geiger H. H., Morgenstern K. 1975. Angewandt-genetische Studien zur Cytoplasmatischen Pollensterilität bei Winterroggen. Theor. Appl. Genet. 46: 269 — 276.
- Geiger H.H., Miedaner T. 1996. Genetic basis and phenotypic stability of male- and fertility restoration in rye. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 27 — 38.
- Grochowski L., Kaczmarek J., Kadłubiec W., Bujak H. 1996 a. Genetic variability of rye-xenic-hybrid traits. Acta Soc. Bot. Pol. 65, 3-4: 329 — 333.
- Grochowski L., Kaczmarek J., Kadłubiec W., Bujak H. 1996 b. Genetic analysis of variability and combining ability of rye hybrids cultivars. Plant Breed. Seed Sci. 40, 3/4: 37 — 47.
- Kaczmarek J., Grochowski L., Kadłubiec W., Bujak H. 1996. Genetyczno-hodowlana analiza cech użytkowych ksenicznych mieszańców żyta. Biul. IHAR 198: 53 — 57.
- Kolasińska I. 1996. Pollen fertility restoration in topcross hybrids of winter rye. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 72 — 74.
- Kolasińska I. 1998. Wpływ genotypu komponentów matecznych na płodność pyłku mieszańców żyta (CMS-S.C. × restorer). Biul. IHAR 205/206: 5 — 13.
- Kolasińska I., Węgrzyn S. 2000. Zdolność kombinacyjna przywracania płodności pyłku mieszańców żyta. Biul. IHAR 216: 95 — 100.
- Madej L., Osiński R., Jagodziński J. 1996. Ocena płodności mieszańców żyta. Biul. IHAR 195/196: 283 — 290.
- Melz G., Adolf K. 1991. Genetic analysis of rye (*Secale cereale* L.) — genetics of male sterility of the G-type. Theor. Appl. Genet. 82: 761 — 764.
- Węgrzyn S., Kolasińska I. 1999. Combining ability of the parental components for hybrid rye breeding. Plant Breeding Seed. Sci. 43, 1: 3 — 11.