

**IRENA KOLASIŃSKA**<sup>1</sup>  
**JACEK JAGODZIŃSKI**<sup>1</sup>  
**WALDEMAR BRUKWIŃSKI**<sup>2</sup>  
**KATARZYNA BANASZAK**<sup>2</sup>  
**RENATA KRYSZTOFIK**<sup>2</sup>  
**MICHAŁ MATERKA**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zakład Genetyki i Hodowli Roślin Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB

<sup>2</sup> Danko Hodowla Roślin Sp. z o.o.

<sup>3</sup> Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o.

## Identyfikacja wartościowych komponentów rodzicielskich do tworzenia mieszańców żyta

### Identification of valuable parental components for creation of rye hybrids

Badano zdolność kombinacyjną 16 nowo wytworzonych komponentów matecznych (CMS-SC) oraz pięciu wybranych komponentów ojcowskich (Syn-R) pod względem ważnych cech agronomicznych w zróżnicowanych warunkach środowiska. Komponenty rodzicielskie zostały wyhodowane w firmach hodowlanych: Danko Hodowla Roślin Sp. z o.o., Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o. i Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Krzyżowanie komponentów matecznych z ojcowskimi wykonano w układzie czynnikowym na polach przestrzennie izolowanych. W sezonie 2011/2012 oceniono ogółem 80 mieszańców eksperymentalnych typu CMS-SC×Syn-R w doświadczeniach polowych przeprowadzonych w 3 miejscowościach i w 3 powtórzeniach (wielkość poletka — 5 m<sup>2</sup>, gęstość siewu — 250 kielkujących ziaren/m<sup>2</sup>). Analizowano następujące cechy: plon ziarna, masa 1000 ziaren, wysokość roślin, wczesność kłoszenia, intensywność pylenia, porażenie rdzą brunatną i mączniakiem, stopień wylegania. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu komputerowego Eksplan. Przeprowadzono analizę wariacji zdolności kombinacyjnej, oszacowano efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej rodziców (GCA) i swoistej zdolności kombinacyjnej par rodzicielskich (SCA) oraz ich współdziałanie ze środowiskiem. Analiza wariacji wykazała istotne zróżnicowanie mieszańców pod względem prawie wszystkich cech agronomicznych. Stwierdzono istotną zmienność ogólnej zdolności kombinacyjnej komponentów matecznych i ojcowskich dla większości cech. Zmienność swoistej zdolności kombinacyjnej okazała się istotna tylko dla wczesności kłoszenia i intensywności pylenia w niektórych doświadczeniach. Wyodrębniono komponenty mateczne i ojcowskie o wysokiej i stabilnej ogólnej zdolności kombinacyjnej dla plonu i innych cech agronomicznych, które mogą być wykorzystane w hodowli odmian mieszańcowych żyta.

**Słowa kluczowe:** hodowla odmian mieszańcowych, zdolność kombinacyjna, żyto

General combining ability (GCA) of several female and five male components for rye hybrids and specific combining ability (SCA) of parental pairs were determined. Parental components were created in three plant breeding companies: Danko Plant Breeders Ltd., Poznan Plant Breeders Ltd. and Smolice Plant Breeding Ltd. Two sets of hybrids (D01\_12 and D02\_12) were produced by crossing eight female components (single male sterile hybrids) with the same five male components in spatially isolated fields. In the season 2011/2012 rye hybrids were evaluated in field trials (3 locations, 3 replicates, plot size - 5m<sup>2</sup>, sowing density — 250 viable kernels/m<sup>2</sup>). The following traits were assessed: grain yield, 1000 grain weight, plant height, heading date, pollen shedding, resistance to powdery mildew, brown rust and lodging. Statistical analyses were made with the Eksplan computer package. Significant variation was found among experimental hybrids for almost all the studied traits. General combining ability of both females and males differed significantly for majority of the traits in the experiments. Significant variation in the specific combining ability was detected only for the heading date and pollen shedding. The tests allowed to select female and male components with significant favourable GCA effects for utilization in rye hybrid breeding.

**Key words:** combining ability, hybrid breeding, rye

### WSTĘP

W programie hodowli odmian mieszańcowych żyta istnieje konieczność wyprowadzenia dużej liczby linii wsobnych i ich męskosterylnych analogów, a następnie tworzenia licznych komponentów matecznych oraz wyprowadzania linii przywracających męską płodność i tworzenia licznych komponentów ojcowskich. Następnie w wyniku krzyżowania komponentów matecznych z ojcowskimi jest wytwarzana duża liczba kombinacji mieszańcowych, które są oceniane w doświadczeniach prowadzonych w zróżnicowanych warunkach środowiskach. Zastosowanie skutecznych metod identyfikacji wartościowych kombinacji rodzicielskich pozwala na zwiększenie efektywności i obniżenie kosztów programu hodowlanego. Tradycyjną metodą jest ocena zdolności kombinacyjnej, umożliwiająca identyfikację genotypów wyróżniających się zdolnością przekazywania korzystnych cech potomstwu. Znajomość zdolności kombinacyjnej dużej liczby genotypów żyta wytworzonych w puli matecznej i ojcowskiej umożliwia przewidywanie wartości ich potomstwa oraz wytworzenie kombinacji mieszańcowych o pożądanych cechach użytkowych. Określenie udziału ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) form rodzicielskich i swoistej zdolności kombinacyjnej (SCA) par rodzicielskich w zmienności genetycznej mieszańców wskazuje ponadto na sposób genetycznego uwarunkowania cech ilościowych. W literaturze nie ma jednoznacznych poglądów o udziale ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) form rodzicielskich i swoistej zdolności kombinacyjnej (SCA) par rodzicielskich w zmienności genetycznej mieszańców żyta. Nieliczne i niepełne są opracowania dotyczące zdolności kombinacyjnej form żyta posiadających sterylizującą cytoplazmę Pampa.

Celem badań było określenie zdolności kombinacyjnej nowo wytworzonych komponentów matecznych (CMS-SC) oraz wybranych komponentów ojcowskich (Syn-R) pod względem ważnych cech agronomicznych w zróżnicowanych warunkach środowiska.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badań stanowiło 80 mieszańców eksperymentalnych żyta uzyskanych w wyniku krzyżowania w układzie czynnikowym 16 nowo wytworzonych komponentów matecznych z 5 wybranymi populacjami ojcowskimi. Komponenty rodzicielskie tych mieszańców zostały wyhodowane w firmach hodowlanych: Danko Hodowla Roślin Sp. z o.o., Poznańska Hodowla Roślin Sp. z o.o. i Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Komponenty mateczne, czyli męskosterylne mieszańce pojedyncze (CMS-SC), wytworzono w wyniku krzyżowania linii męskosterylnych w cytoplazmie Pampa (linie P) z liniami dopełniającymi (linie N). Komponentami ojcowskimi były populacje syntetyczne przywracające męską płodność (Syn-R) uzyskane poprzez krzyżowanie linii restorerów. W sezonie wegetacyjnym 2010/2011 wytworzono dwie grupy mieszańców (D01\_12 i D02\_12) w wyniku krzyżowania komponentów matecznych z ojcowskimi na polach przestrzennie izolowanych, zlokalizowanych w tych trzech firmach hodowlanych. Pierwszą grupę (D01\_12) stanowiło 40 mieszańców pochodzących z krzyżowania ośmiu CMS-SC (WSIN 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, WCSIN 308) z pięcioma Syn-R (SR13, WM19R, 19R, 22R, 24R). Drugą grupę mieszańców (D02\_12) uzyskano poprzez krzyżowanie dalszych ośmiu CMS-SC (LSIN 40, WCSIN 291, 289, 306, 317, 319, WNSIN 0932 i 0929) z tymi samymi populacjami ojcowskimi.

W sezonie 2011/2012 badano mieszańce pierwszej grupy w doświadczeniach przeprowadzonych w Choryni (CHD), Nagradowicach (NAD) i Radzikowie (RAH), a mieszańce grupy D02\_12 w doświadczeniach zlokalizowanych w Laskach (LAD), Radzikowie (RAH) i Wierzenicy (WID). Wszystkie doświadczenia polowe zostały założone metodą bloków niekompletnych w 3 powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 5 m<sup>2</sup>, a gęstość siewu 250 kiełkujących ziaren/m<sup>2</sup>. Oceniono następujące cechy: plon ziarna, masa 1000 ziaren, wysokość roślin, wczesność kłoszenia mierzona liczbą dni od 1.05 do początku kłoszenia roślin, intensywność pylenia, porażenie rdzą brunatną i wyleganie. Trzy ostatnie cechy oznaczono w skali 1–9°, przy czym 9° — oznacza zjawisko najkorzystniejsze. Wszystkie cechy oznaczono w trzech powtórzeniach w każdej miejscowości. Obliczenia statystyczne, wykonane za pomocą programu komputerowego Eksplan, obejmowały: analizę wariancji, analizę zdolności kombinacyjnej, oszacowanie efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej rodziców (GCA), oszacowanie efektów swoistej zdolności kombinacyjnej par rodzicielskich (SCA) oraz określenie wielkości i istotności interakcji czynników głównych ze środowiskiem (Krajewski i in., 2006; Mądry i in., 2010).

## WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie mieszańców żyta pierwszej grupy (D01\_12) pod względem wszystkich cech agronomicznych w doświadczeniach przeprowadzonych we wszystkich miejscowościach (tab. 1). Mieszańce żyta grupy D02\_12 istotnie różniły się pod względem analizowanych cech w większości miejscowości (tab. 2). W doświadczeniu przeprowadzonym w Wierzenicy stwierdzono

bowiem nieistotną zmienność mieszańców pod względem plonu ziarna, wysokości roślin i wylegania. Komponenty mateczne pierwszej grupy (D01\_12) istotnie różniły się ogólną zdolnością kombinacyjną pod względem wszystkich cech z wyjątkiem kłoszenia w Wierzenicy.

Tabela 1

**Średnie kwadraty z analizy wariancji mieszańców żyta (D01\_12) ocenianych w doświadczeniach przeprowadzonych w Choryni (CHD), Nagradowicach (NAD) i Radzikowie (RAH)**  
**Mean squares from the analysis of variance of rye hybrids (D01\_12) evaluated in the experiments located in Choryń (CHD), Nagradowice (NAD), Radzików (RAH)**

Źródło zmienności Source of variation	St. sw. Df	Plon Yield			Kłoszenie Heading			Pylenie Pollen shedding			Wysokość Height		
		CHD	NAD	RAH	CHD	NAD	RAH	CHD	NAD	RAH	CHD	NAD	RAH
Bloki Blocks	17	247,9	160,6	61,86	0,85	1,15	1,53	1,75	1,58	0,34	32,4	64,09	26,19
Mieszańce Hybrids	39	87,7**	124,1**	94,9**	1,62**	1,08**	2,11**	3,22**	3,14**	0,87**	32,5**	32,1**	35,7**
GCA matek GCA of females	7	116,9**	194,6**	71,9**	4,51**	0,90	4,92**	5,38**	3,30**	0,42*	92,4**	85,9**	101,6**
GCA ojców GCA of males	4	350,7**	303,9**	614,2**	3,94**	2,34**	4,41**	14,61**	10,01**	4,83**	100,6**	63,2**	110,3**
SCA SCA	28	21,1	30,3	21,8	0,42**	0,38	0,81**	0,41	0,88**	0,40**	5,69	14,3**	8,93
Błąd Error	67	26,1	27,1	16,5	0,20	0,46	0,27	0,36	0,40	0,16	3,81	5,71	8,72

Źródło zmienności Source of variation	St. sw. Df	Mączniak Powdery mildew			Rdza brunatna Brown rust		Wyleganie Lodging			Masa 1000 ziaren 1000 grain weight		
		CHD	NAD	RAH	CHD	RAH	CHD	NAD	RAH	CHD	NAD	RAH
Bloki Blocks	17	2,35	0,83	1,58	2,27	0,83	2,56	2,64	5,32	5,75	6,83	10,65
Mieszańce Hybrids	39	2,74**	1,12**	3,32**	1,06**	1,11**	1,53**	2,22**	3,97**	69,5**	7,17*	4,16**
GCA matek GCA of females	7	4,94**	2,02**	4,96**	1,50**	1,22**	5,82**	4,57**	14,57**	12,8**	10,6*	3,65**
GCA ojców GCA of males	4	9,71**	3,17**	7,03**	4,02**	3,15**	0,65	4,99**	6,31**	19,0**	18,4**	19,47**
SCA SCA	28	0,65	0,71	2,45**	0,30	0,79**	0,62	0,68	1,02	2,69	5,08	1,26
Błąd Error	67	0,57	0,45	0,37	0,22	0,16	0,64	0,70	0,76	3,25	4,04	0,81

\*, \*\* Istotne odpowiednio na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $\alpha = 0,01$

\*, \*\* Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Wśród drugiej grupy komponentów matecznych (D02\_12) wykazano istotną zmienność ogólnej zdolności kombinacyjnej dla większości cech agronomicznych. Nieistotną zmienność GCA stwierdzono w doświadczeniu przeprowadzonym w

Wierzenicy w odniesieniu do plonu ziarna, wysokości roślin i masy 1000 ziaren. Oszacowane średnie efekty GCA obu grup komponentów matecznych (D01\_12 i D02\_12) w poszczególnych doświadczeniach przedstawiono odpowiednio w tabelach 3 i 4.

Tabela 2

**Średnie kwadraty z analizy wariancji mieszańców żyta (D02\_12) ocenianych w doświadczeniach przeprowadzonych w Laskach (LAD), Radzikowie (RAH) i Wierzenicy (WID)**  
**Mean squares from the analysis of variance of rye hybrids (D02\_12) evaluated in the experiments located in Laski (LAD), Radzików (RAH), Wierzenica (WID)**

Źródło zmienności Source of variation	St. sw. Df	Plon Yield			Kłoszenie Heading			Pylenie Pollen shedding			Wysokość Height		
		LAD	RAH	WID	LAD	RAH	WID	LAD	RAH	WID	LAD	RAH	WID
Bloki Blocks	17	187,3	142,3	144,8	0,43	1,35	1,15	0,76	0,66	1,06	64,62	135,7	305,1
Mieszańce Hybrids	38	85,0**	151,2**	58,9	0,96**	2,09**	1,87**	1,51**	1,01**	1,54**	78,9**	37,2*	97,1
GCA matek GCA of females	7	196,7**	128,8**	81,3	1,71**	5,58**	2,74**	0,55	1,43**	1,83**	316,6**	116,3**	130,4
GCA ojców GCA of males	4	206,0**	950,0**	22,6	2,40**	4,84**	3,44**	8,66**	3,08**	5,29**	176,5**	80,4**	116,9
SCA SCA	28	14,8*	30,03	61,1	0,44*	0,52	0,49**	0,53	0,60**	0,23	9,94	13,9	90,8
Błąd Error	67	8,15	26,39	44,8	0,25	0,37	0,23	0,42	0,16	0,18	8,74	20,6	114,3

Źródło zmienności Source of variation	St. sw. Df	Mączniak Powdery mildew		Rdza brunatna Brown rust			Wyleganie Lodging			Masa 1000 ziaren 1000 grain weight		
		RAH	WID	LAD	RAH	WID	LAD	RAH	WID	LAD	RAH	WID
Bloki Blocks	17	1,57	2,32	7,58	0,51	2,83	1,66	15,35	2,58	6,39	17,0	7,14
Mieszańce Hybrids	38	3,70**	2,18**	3,41**	0,84**	1,02**	1,87**	6,88**	1,46	5,51**	3,29**	3,90*
GCA matek GCA of females	7	8,45**	4,31**	6,47**	0,90**	1,76**	7,0**	31,1**	2,91*	9,80**	5,19**	3,03
GCA ojców GCA of males	4	6,19**	9,14**	8,59**	2,15**	4,06**	3,02**	5,37*	1,69	16,74**	5,58**	6,32*
SCA SCA	28	2,16**	0,72	1,0	0,69**	0,34	0,36	1,0	1,15	1,49	0,90	3,05
Błąd Error	67	0,39	0,64	0,93	0,17	0,47	0,50	1,65	1,12	1,52	0,99	2,42

\*, \*\* Istotne odpowiednio na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $\alpha = 0,01$

\*, \*\* Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

Wśród komponentów matecznych pierwszej grupy (D01\_12) na uwagę zasługuje WSIN 33, który przekazał potomstwu wysoką zdolność plonowania z jednoczesnym obniżeniem porażenia mączniakiem (istotny dodatni efekt GCA) (tab. 3). Pozostałe cechy jego półrodzeństwa były zbliżone (różnice nieistotne) do średniej ogólnej kombinacji w

wykonanym układzie krzyżowania. Stwierdzono jednak istotną interakcję zdolności kombinacyjnej tego komponentu matecznego ze środowiskiem dla większości badanych cech. Brak istotnej interakcji miał miejsce tylko dla takich cech jak: plon ziarna, porażenie mączniakiem i masa 1000 ziaren. Zdecydowana większość komponentów matecznych drugiej grupy (D02\_12) wykazała nieistotnie różne od zera efekty GCA dla analizowanych cech agronomicznych (tab. 4).

Tabela 3

Średnie efekty GCA komponentów matecznych pierwszej grupy (D01\_12)  
Mean GCA effects of female components of the D01\_12 group

Komponent mateczny Female component	Plon Yield	Wysokość Height	Kłoszenie Heading	Pylenie Pollen shedding	Mączniak Powdery mildew	Rdza brunatna Brown rust	Wyleganie Lodging	Masa 1000 ziaren 1000-grain weight
WSIN_33	4,44*	<b>-1,32</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,70</b>	0,81*	<b>-0,37</b>	<b>-1,28</b>	-1,05
WSIN_32	2,05	2,66**	0,40*	-0,32*	<b>0,47</b>	0,11	-0,18	-0,20
WSIN_34	<b>0,40</b>	<b>-2,05</b>	-0,18	<b>0,54</b>	0,07	<b>-0,08</b>	-0,57**	-0,25
WSIN_37	-0,57	<b>1,06</b>	<b>-0,43</b>	<b>0,48</b>	<b>-0,29</b>	0,24	0,40	0,43
WCSIN_308	-0,88	-2,93*	<b>0,18</b>	0,05	0,07	<b>-0,40</b>	-0,12	-0,20
WSIN_35	-1,29	-0,90	<b>0,69</b>	0,09	-0,07	-0,07	0,32	0,60
WSIN_39	<b>-1,48</b>	-0,87	<b>-0,49</b>	-0,21	-0,48*	0,14	<b>0,35</b>	-0,63
WSIN_38	<b>-2,67</b>	4,34*	0,34	0,08	<b>-0,57</b>	0,44	<b>1,09</b>	1,29*

\*, \*\* Istotnie różne od zera odpowiednio na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$ ; Significantly different from zero at the 0.05 and 0.01 levels of significance, respectively

**Pogrubiona czcionka** — istotna interakcja GCA ze środowiskiem; In bold — significant GCA×environment interaction

Tabela 4

Średnie efekty GCA komponentów matecznych drugiej grupy (D02\_12)  
Mean GCA effects of female components of the D02\_12 group

Komponent mateczny Female component	Plon Yield	Wysokość Height	Kłoszenie Heading	Pylenie Pollen shedding	Mączniak Powdery mildew	Rdza brunatna Brown rust	Wyleganie Lodging	Masa 1000 ziaren 1000-grain weight
LSIN_40	<b>2,70</b>	3,72*	<b>0,16</b>	0,19	1,33*	<b>0,35</b>	<b>-1,40</b>	-0,09
WCSIN_306	2,58	-0,17	-0,66**	0,36	0,37*	-0,29	<b>-0,90</b>	0,34
WCSIN_289	<b>0,71</b>	2,67	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	-0,65	<b>0,81</b>	-0,46	0,28
WCSIN_319	<b>-0,21</b>	-2,60	<b>-0,39</b>	-0,34*	0,00	-0,05	-0,12**	<b>-0,53</b>
WCSIN_291	-0,23	3,30	<b>-0,12</b>	0,18*	<b>-0,73</b>	0,01	0,54	-0,15
WNSIN_0932	<b>-1,35</b>	<b>-4,61</b>	<b>-0,10</b>	-0,43*	-0,26	<b>-0,31</b>	0,50	-0,28
WNSIN_0929	-1,39	0,61	0,52*	-0,17	<b>-0,15</b>	<b>-0,09</b>	<b>1,06</b>	1,09*
WCSIN_317	-2,82*	<b>-2,92</b>	0,47*	0,09*	<b>0,08</b>	-0,44*	<b>0,79</b>	-0,65**

\*, \*\* Istotnie różne od zera odpowiednio na poziomie  $\alpha = 0,05$  i  $0,01$ ; Significantly different from zero at the 0.05 and 0.01 levels of significance, respectively

**Pogrubiona czcionka** — istotna interakcja GCA ze środowiskiem; In bold — significant GCA×environment interaction

Istotną interakcję GCA większości komponentów matecznych ze środowiskiem stwierdzono dla wczesności kłoszenia, plonu ziarna, porażenia rdzą brunatną i stopnia wylegania. Spośród komponentów matecznych tej grupy na uwagę zasługują LSIN 40 i WCSIN 306. Średni plon ziarna mieszańców tych komponentów okazał się wprawdzie nieistotnie większy od średniej wszystkich mieszańców w tym doświadczeniu, ale zostało

to spowodowane dużym średnim kwadratem błędu. Analiza statystyczna poszczególnych doświadczeń przeprowadzonych w Laskach i w Radzikowie jednak wykazała, że te komponenty maceczne mają istotne efekty GCA dla plonu ziarna (szczegółowe wyniki nie zostały zamieszczone w pracy). Ponadto potomstwo obu komponentów wyróżniało się mniejszym porażeniem mączniakiem spośród mieszańców tej grupy. Komponent WCSIN 306 dodatkowo warunkował wczesne kłoszenie swojego potomstwa. Niestety komponent LSIN 40 zwiększył wysokość roślin swoich mieszańców, co mogło spowodować ich większą skłonność do wylegania (nieistotne ujemne efekty GCA) w porównaniu ze średnią wszystkich mieszańców tej grupy.

Populacje ojcowskie wykazały istotne zróżnicowanie ogólnej zdolności kombinacyjnej cech agronomicznych w doświadczeniach prowadzonych we wszystkich lub w prawie wszystkich miejscowościach (tab. 1, tab. 2). Brak istotnej zmienności GCA komponentów ojcowskich stwierdzono tylko dla wylegania w doświadczeniu przeprowadzonym w Choryni i Wierzenicy oraz dla plonu ziarna i wysokości roślin w doświadczeniu przeprowadzonym w Wierzenicy. Jest to wynikiem nieistotnej zmienności mieszańców pod względem tych cech w wymienionych doświadczeniach. Analiza średnich efektów GCA oraz efektów GCA oszacowanych na danych z poszczególnych miejscowości wykazała, że najbardziej wartościowym spośród komponentów ojcowskich był SR 13 (tab. 5).

Tabela 5

**Średnie efekty GCA komponentów ojcowskich oszacowane na podstawie wyników dwóch grup mieszańców D01\_12 i D02\_12**

**Mean GCA effects of male components estimated in two experiments D01\_12 and D02\_12**

Komponent ojcowski Male component	Plon Yield		Wysokość Height		Kłoszenie Heading		Pylenie Pollen shedding	
	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12
SR13	7,49**	<b>4,37</b>	2,03**	0,21	-0,17	0,26	0,48*	0,18*
19R	-1,43	0,18	<b>-1,84</b>	-0,85	0,41*	0,40**	<b>-0,39</b>	-0,13
24R	-1,48*	1,25*	1,03**	2,05	0,41**	0,01	0,53*	0,55**
WM19R	-1,73	<b>-1,47</b>	<b>-1,84</b>	-3,04*	-0,12	-0,02	<b>-0,94*</b>	<b>-0,79*</b>
22R	<b>-2,85</b>	<b>-4,34</b>	<b>0,62</b>	1,63	-0,53*	-0,65*	<b>0,32</b>	0,19

  

Komponent ojcowski Male component	Mączniak Powdery mildew		Rdza brunatna Brown rust		Wyleganie Lodging		Masa 1000 ziaren 1000-grain weight	
	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12	D01_12	D02_12
SR13	<b>0,65</b>	<b>0,71</b>	0,59*	0,45*	<b>-0,24</b>	-0,14	<b>0,64</b>	<b>0,77</b>
19R	0,15	<b>0,04</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,38</b>	-0,03	0,03	<b>-0,32</b>	<b>-0,22</b>
24R	<b>-0,18</b>	<b>-0,01</b>	0,08	-0,08	<b>-0,45</b>	-0,55	-1,07**	-0,90**
WM19R	0,05	<b>-0,18</b>	<b>-0,19</b>	-0,17*	0,26	0,25*	0,24	-0,05
22R	<b>-0,68*</b>	<b>-0,57</b>	-0,45*	<b>-0,58</b>	0,46	0,41	0,50	0,40

\*, \*\* Istotnie różne od zera odpowiednio na poziomie  $\alpha=0,05$  i  $0,01$ ; Significantly different from zero at the 0.05 and 0.01 levels of significance, respectively

**Pogrubiona czcionka** — istotna interakcja GCA ze środowiskiem; In bold — significant GCA×environment interaction

Komponent SR 13 łączył istotne dodatnie efekty GCA dla plonu ziarna, intensywności pylenia i odporności na rdzę brunatną z nieistotnie różnymi od zera efektami GCA dla pozostałych cech. Komponent ojcowski 24R wyróżnił się zdolnością przywracania

męskiej płodności mieszańców, wykazując istotne dodatnie efekty GCA dla pylenia w dwóch doświadczeniach. Niestety niejednoznaczny wynik oszacowania zdolności kombinacyjnej plonu ziarna na podstawie oceny pierwszej i drugiej grupy mieszańców utrudnia wykorzystanie tego komponentu w hodowli mieszańców. Niedostatkiem tej populacji był także istotny ujemny efekt GCA dla masy 1000 ziaren w dwóch doświadczeniach. W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono wystąpienie istotnych interakcji efektów GCA niektórych komponentów ojcowskich ze środowiskiem (tab. 5). Najczęściej interakcje takie obserwowano w przypadku porażenia mączniakiem.

Zmienność swoistej zdolności kombinacyjnej par rodzicielskich (SCA) najczęściej była nieistotna (tab. 1, tab. 2). Analiza wariancji obu grup mieszańców wykazała istotną zmienność SCA tylko dla wczesności kłoszenia w dwóch miejscowościach, a dla intensywności pylenia w jednej (D02\_12) i dwóch miejscowościach (D01\_12) omawianych doświadczeń. Istotną zmienność SCA par rodzicielskich dla pozostałych cech agronomicznych wykazano tylko w pojedynczych miejscowościach. W żadnym z doświadczeń nie stwierdzono istotnej zmienności SCA dla stopnia wylegania i masy 1000 ziaren.

## DYSKUSJA

Badania przeprowadzone w 2012 roku pozwoliły na określenie zdolności kombinacyjnej 16 nowo wytworzonych komponentów matecznych oraz 5 komponentów ojcowskich wytworzonych w trzech firmach hodowlanych. Otrzymane wyniki umożliwią wybranie komponentów matecznych i ojcowskich do tworzenia różnego rodzaju mieszańców żyta o pożądanym cechach agronomicznych. Badania wykazały istotną wariancję ogólnej zdolności kombinacyjnej ocenianych komponentów matecznych i ojcowskich dla większości cech użytkowych. Jest to zgodne z wynikami wcześniejszych badań własnych oraz innych autorów prowadzonych z udziałem heterozygotycznych materiałów hodowlanych żyta (Grochowski i in., 1996; Bujak, 2003; Kolasińska i Węgrzyn, 2001; Kolasińska, 2009; Kolasińska i in., 2011, 2012). Zmienność swoistej zdolności kombinacyjnej (SCA) par rodzicielskich miała mniejszy udział w zmienności genetycznej mieszańców omawianych w tej pracy niż u podobnego typu mieszańców opisanych we wcześniejszej publikacji (Kolasińska i in., 2012). W przedstawionych badaniach, podobnie jak we wcześniejszych pracach, stwierdzono brak istotnej zmienności SCA mieszańców dla stopnia wylegania i masy 1000 ziaren (Kolasińska i in., 2011). Wariancja SCA miała największy udział w zmienności genetycznej intensywności pylenia i wczesności kłoszenia mieszańców. Wyniki badań prowadzonych z wykorzystaniem współczesnych materiałów hodowlanych żyta wskazują, że ogólna zdolność kombinacyjna odgrywa większą rolę w przypadku materiałów o zróżnicowanym pochodzeniu, a swoista zdolność kombinacyjna u materiałów spokrewnionych (Wilde i in. 2003). Podobnie Melchinger i Gumber (1998) uważają, że zmienność GCA jest ważniejsza niż SCA u mieszańców pochodzących z krzyżowania form rodzicielskich należących do różnych puli genowych. Natomiast zmienność SCA odgrywa większą rolę u mieszańców uzyskanych z krzyżowania form rodzicielskich pochodzących z tej samej puli



genowej. Wyniki badań prowadzonych z wykorzystaniem komponentów rodzicielskich pochodzących z różnych puli genowych wskazują na główną rolę addytywnego działania genów lub przewagę tego typu działania genów w warunkowaniu większości cech ilościowych (Grochowski i in., 1996; Kolasińska i Węgrzyn 2001; Bujak, 2003, Kolasińska, 2009; Kolasińska i in., 2011). Niektóre badania prowadzone z wykorzystaniem linii wsobnych i populacji żyta wykazały, że nieaddytywne działanie genów także ma istotne znaczenie w dziedziczeniu cech ilościowych, szczególnie plonu ziarna i niektórych jego komponentów. Dużą rolę w dziedziczeniu tych cech żyta odgrywa dominacja i epistaza, natomiast udział efektów addytywnych jest niewielki (Łapiński, 1976; Kaczmarek i Kadłubiec, 1985; Węgrzyn i Śmiałowski, 1995). Poznanie sposobu działania genów warunkujących cechy agronomiczne u żyta wymaga prowadzenia dalszych badań z udziałem dużej liczby zróżnicowanych i spokrewnionych genotypów. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na duże znaczenie interakcji efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej komponentów matecznych i ojcowskich ze środowiskiem. Istotne interakcje efektów GCA ze środowiskiem najczęściej stwierdzono u drugiej grupy komponentów matecznych dla wczesności kłoszenia, plonu ziarna, porażenia rdzą brunatną i wylegania. Interakcje efektów GCA komponentów ojcowskich ze środowiskiem najczęściej były istotne dla porażenia mączniakiem. Stąd celowe jest prowadzenie oceny zdolności kombinacyjnej i testowania interakcji składników głównych ze środowiskiem w większej liczbie zróżnicowanych warunków środowiska.

#### WNIOSKI

1. Mieszance eksperymentalne żyta uzyskane w wyniku krzyżowania zróżnicowanych komponentów matecznych z wybranymi populacjami ojcowskimi istotnie różniły się pod względem większości cech agronomicznych.
2. Stwierdzono istotną zmienność ogólnej zdolności kombinacyjnej komponentów matecznych i ojcowskich dla większości analizowanych cech. Swoista zdolność kombinacyjna okazała się nieistotna dla większości tych cech.
3. Wysokimi efektami ogólnej zdolności kombinacyjnej dla plonu ziarna i innych cech agronomicznych wyróżniły się komponent mateczny WSIN 33 oraz komponent ojcowski SR 13.
4. Stwierdzono istotne interakcje niektórych efektów GCA komponentów matecznych i ojcowskich ze środowiskiem, głównie dla intensywności pylenia, wysokości roślin i wczesności kłoszenia.

#### LITERATURA

- Bujak H. 2003. Studia nad wartością hodowlaną żółtoziarnistych form żyta ozimego. Rozprawy CC. Zesz. Nauk. AR Wrocław, nr 465.
- Geiger H. H. 1985. Hybrid breeding in rye (*Secale cereale* L.). Proc. Eucarpia Meeting of the Cereal Section on Rye, Svalöv, Sweden: 237 — 265.
- Grochowski L., Kaczmarek J., Kadłubiec W., Bujak H. 1996. Genetic analysis of variability and combining ability of rye hybrid cultivars. Plant Breed. Seed Sci. 40: 37 — 47.

- Kaczmarek J., Kadłubiec W. 1985. Oszacowanie efektów wartości kombinacyjnej 7 linii wsobnych żyta (*Secale cereale* L.) w diallelicznym krzyżowaniu. *Hod. Rośl. Aklim.* 29, 5/6: 61 — 68.
- Kolasińska I., Węgrzyn S. 2001. Combining ability for selected quantitative characters in winter rye (*Secale cereale* L.). *Cereal Res. Commun.* 29, 1–2: 69 — 76.
- Kolasińska I. 2009. Genetyczno-hodowlane aspekty wykorzystania systemu CMS-Pampa w hodowli heterozyjnej żyta. *Monografie i Rozprawy Naukowe* 31, IHAR Radzików.
- Kolasińska I., Brukwiński W., Jagodziński J., Materka M. 2011. Zdolność kombinacyjna wybranych form rodzicielskich żyta. *Biul. IHAR* 260/261: 229-239.
- Kolasińska I., Brukwiński W., Jagodziński J., Kozber B., Kryzstofik R., Materka M. 2012. Określenie zdolności kombinacyjnej komponentów matecznych do tworzenia mieszańców żyta. *Biul. IHAR* 265: 35 — 46.
- Krajewski P., Kaczmarek Z., Czajka S. 2006. EKSPLAN (wersja 2) — Planowanie i analiza statystyczna doświadczeń hodowlanych. IGR PAN w Poznaniu.
- Łapiński M. 1976. Estimates of heterosis effects and combining ability of seven inbred lines of rye (*Secale cereale* L.) in diallel crosses. *Genet. Pol.* 17, 3: 293 — 308.
- Mądry W., Mańkowski D., Kaczmarek Z., Krajewski P., Stadnicki M. 2010. Metody statystyczne oparte na modelach liniowych w zastosowaniach do doświadczalnictwa, genetyki i hodowli roślin. *Monografie i Rozprawy Naukowe* 34, IHAR Radzików.
- Melchinger A. E., Gumber R. K. 1998. Overview of heterosis and heterotic groups in agronomic crops. In: *Concepts and breeding of heterosis in crop plants*. Lamkey K. R. and Staub J. S. (eds). CSSA Publication, Madison, 25: 29 — 44.
- Węgrzyn S., Śmiałowski T. 1995. Sposoby działania genów epistatycznych, dominujących i addytywnych kontrolujących ważne cechy użytkowe w odmianach populacyjnych żyta. *Biul. IHAR* 195/196: 273 — 281.
- Wilde P., Menzel J., Schmiedchen B. 2003. Estimation of general and specific combining ability variances and their implications on hybrid rye breeding. *Plant Breed. Seed Sci.* 47: 89 — 98.