

STANISŁAW WĘGRZYN**MAREK GRZYWA****TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Ocena zdolności kombinacyjnej odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego dla plonu i odporności na mączniaka

Combining ability of varieties and strains of brewery spring barley for yield and resistance to powdery mildew

Celem poznania zdolności kombinacyjnej potencjału plonowania i odporności na mączniaka wykonano ocenę statystyczno-genetyczną linii F_4 jęczmienia jarego browarnego na podstawie 5-letnich doświadczeń polowych. Analizowano pod względem potencjału plonowania ok. 1000 odmian i rodów oraz 667 rodów ze względu na odporność na mączniaka. Badane pod względem plonu odmiany i rody otrzymano ze skrzyżowania 27 testerów z 124 odmianami. Pod względem odporności na mączniaka badano 667 rodów i odmian, które uzyskano ze skrzyżowania 18 testerów z 80 odmianami i rodami. Analizę wariancji przeprowadzono w układzie hierarchicznym. Średnie kwadraty dla lat, testerów, odmian, kombinacji i odmian były wysoce istotne dla plonu i mączniaka. Analiza wariancji wykazała, że istnieje grupa testerów dobrze przekazujących potencjał plonowania na swoje potomstwo. Były to testery Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Candice, Grosso, Gimpel i Lotus. Natomiast odporność na mączniaka przekazywały na potomstwo testery Krystal, Grosso i Rubin. One to są najwartościowszymi testerami, ponieważ przekazują na potomstwo dwie korzystne cechy równocześnie.

Słowa kluczowe: analiza wariancji, jęczmień jary, odporność na mączniaka, plon, zdolność kombinacyjna

The statistical analysis of the results of 5-year trials with brewery spring barley of F_4 generation was carried out to evaluate the combining ability for yield potential and resistance to powdery mildew. For yield ca. 1000 strains obtained from crossing of 27 testers with 124 cultivars, and for resistance to powdery mildew 667 strains obtained from crossing of 18 testers with 80 cultivars, were analysed according to hierarchic design. Mean squares for years, testers, cultivars and strains were significant for both investigated traits. The analysis of variance and the effects of GCA showed a group of testers well transmitting the yield potential to progeny. These testers were: Krystal, Rubin, Ilka, Dorina, Candice, Grosso, Gimpel, Lotus and STH 126. Another group of testers, i.e. Krystal, Grosso and Rubin, caused increase of resistance to powdery mildew in their progeny. The latter were the most valuable cultivars, because they transmitted well both traits to their progeny simultaneously.

Key words: analysis of variance, combining ability, resistance to powdery mildew, spring barley, yield

WSTĘP

Popularność wśród rolników nowych odmian jęczmienia jarego browarnego zależeć będzie nie tylko od ich dobrych parametrów browarnych, ale również od wysokiego potencjału plonowania i odporności na choroby.

Osiągnięcie w tym zakresie sukcesu w hodowli twórczej jęczmienia jarego zależy w dużym stopniu od doboru wartościowych komponentów do krzyżowań. Doboru tych źródeł można dokonać za pomocą określenia zdolności kombinacyjnej odmian i rodów włączonych do krzyżowań. Dlatego też celem niniejszej pracy jest poznanie zdolności kombinacyjnej dwóch cech: potencjału plonowania i odporności na mączniaka linii F₄ jęczmienia jarego browarnego otrzymanych w wyniku selekcji potomstwa uzyskanego z licznych krzyżowań komponentów rodzicielskich. Uważa się, że występowanie addytywnych form działania genów jest oszacowane komponentem ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA), natomiast nieaddytywne działanie genów charakteryzuje swoista wartość kombinacyjna.

W latach osiemdziesiątych poglądy te były podzielone. Fiedulova i wsp. (1981) uważali, że szereg cech struktury plonu takich, jak plon ziarna z rośliny, liczba ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren były warunkowane dominacją lub naddominacją. Fejer i wsp. (1983) podali, że komponenty ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej odgrywały istotną rolę w warunkowaniu plonu ziarna jęczmienia. W Polsce działanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej dla plonu jęczmienia jarego stwierdziła Kudła i wsp. (1995). Wykazali oni przewagę nieaddytywnych form działania genów w warunkowaniu plonu z rośliny. Inną ważną cechą u jęczmienia, na którą zwraca się dużą uwagę w trakcie selekcji jest odporność na mączniaka. Prace nad dziedziczeniem odporności na mączniaka przeprowadzili Asher i Thomas (1983), Heun (1987) oraz Balkema-Boomstra i wsp. (1993). Asher i Thomas (1983) stwierdził nieaddytywne sposób działania genów warunkujących odporność na mączniaka. Na podstawie oceny zdolności kombinacyjnej Heun (1987) wykazał, że odporność na mączniaka warunkowana była addytywnymi i nieaddytywnymi mechanizmami działania genów. W późniejszych badaniach przeprowadzonych przez Balkema-Boomstra i Masterbroek (1993) udowodniono przewagę addytywnych nad nieaddytywnymi formami działania genów w warunkowaniu odporności na mączniaka jęczmienia.

Do badań nad uwarunkowaniem cech ilościowych wykorzystywane są linie dihaploidalne (DH) (Adamski, 1993; Kaczmarek i in., 1984; Surma i in., 1984). Autorzy ci opracowali metodę estymacji parametrów genetycznych związanych z określonymi efektami genów. Podobieństwo linii DH pod względem wszystkich cech można określić łącznie za pomocą tzw. odległości Mahalobisa i przedstawić w formie dendrytu najkrótszych połączeń pomiędzy parami obiektów najmniej różniących się od siebie genotypów. W ostatnich latach wprowadzono do badań genetycznych na szeroką skalę molekularne mapowanie roślinnych genomów. Mapy QTL (ilościowe loci cech) były użyte

do wyrażenia ekspresji cech agronomicznych (Hayes i in. 1993 a, b; Backes i in., 1995; Thomas i in., 1995; Tinker i in., 1996; Mather i in., 1997). Uzyskane rezultaty badań QTL w jęczmieniu przedstawili Jensen (1989), Kjaer i wsp. (1991), Thomas i wsp. (1991), Barma i wsp. (1993) oraz Laurie i wsp. (1995). Pomimo ustawicznego rozwoju nowych metod określenia dziedziczenia cech roślin, dotychczas stosowane metody są wartościowym narzędziem pomocnym w hodowli twórczej jęczmienia.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe z rodami pokolenia F_4 jęczmienia jarego browarnego przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bąkowie w jednym powtórzeniu z wzorcem systematycznym wysianym w bloku co 15 poletek. Powierzchnia poletek wynosiła 5 lub 10 m². Obliczenie plenności zebranych rodów wykonano programem DW 11P (TP) opracowanym w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie. Poprawione plony w stosunku do średniego wzorca były włączane do dalszych obliczeń. Pod względem potencjału plonowania analizowano ok. 1000 rodów uzyskanych ze skrzyżowania 27 testerów z 124 rodami i odmianami. Odporność na mączniaka badano u 667 rodów otrzymanych ze skrzyżowania 18 testerów z 80 odmianami. Wyniki obserwacji na mączniaka były określone w skali 9-stopniowej, gdzie 9 odpowiadało całkowitej odporności, a 1 — całkowitej podatności na patogena. Wartości te dla celów obliczeniowych transformowano według wzoru:

$$x' = \arcsin \sqrt{0,125(x-1)}$$

gdzie

x — oznacza obserwację porażenia roku w skali (1–9)

x' — wartość cechy po transformacji

W tabelach dla mączniaka wartości efektów dla testerów i kombinacji przedstawiono w postaci transformowanej. W celu oceny zdolności kombinacyjnej plenności i odporności na mączniaka rodów odmian jęczmienia jarego browarnego w niniejszej pracy analizę statystyczno-genetyczną przeprowadzono w oparciu o metodę zastosowaną w pracach Węgrzyna i wsp. (1979, 1993, 1996, 2000). Obliczenia wykonano programem WAKOMB1s(TP) opracowanym przez Stanisława Węgrzyna w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie. Analizę zdolności kombinacyjnej badanych cech przeprowadzono w układzie hierarchicznym. Stosownie do przyjętego założenia w analizie wariancji z sumy kwadratów wydzielono zmienność lat, kombinacji i składnik resztowy, natomiast z sumy kwadratów dla kombinacji wyodrębniono zmienność testerów i odmian w kombinacjach. Testem "F" weryfikowano istotność efektów lat, kombinacji, testerów i odmian.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie analizy wariancji stwierdzono wysoce istotne średnie kwadraty: dla lat, kombinacji, testerów i odmian w kombinacjach dla plonu i odporności na mączniaka

(tab. 1). Wyniki przeprowadzonych analiz dowodzą również o trafnym doborze zróżnicowanych genetycznie testerów, odmian jęczmienia browarnego do krzyżowań hodowlanych. Zastosowane rody i odmiany do krzyżowań pochodziły z różnych krajów europejskich, krajowych ośrodków hodowlanych i banków genów.

Tabela 1

Analiza wariancji wartości kombinacyjnej dla wybranych cech jęczmienia jarego w latach 1990–1994
Analysis of variance of the combining ability for some traits of spring barley in years 1990–1994

Źródło zmienności Source of variation	Plon ziarna Grain yield		Mączniak Powdery mildew	
	liczba stopni swobody degrees of freedom	średnie kwadraty mean squares	liczba stopni swobody degrees of freedom	średnie kwadraty mean squares
Lata Years	4	10431,61**	3	28565,60**
Kombinacje Combinations	150	163,20**	97	192,62**
Testery Testers	26	282,73**	17	289,9**
Odmiany wewnętrzne testerów Cultivars inside testers	124	138,4**	80	172,0**
Reszta (błąd) The rest (error)	903	26,99	667	113,85

*, ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

W innych, jednorocznych badaniach opisanych przez Grzywę i wsp. (2000) nad zdolnością kombinacyjną odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego dla plenności, odporności na mączniaka, a także wylegania stwierdzono w analizie wariancji nieistotne średnie kwadraty dla odmian i rodów. W podobnej pracy (Węgrzyn i in., 2000) również w analizie wariancji nieistotne statystycznie okazały się średnie kwadratów dla plonu, odporności na mączniaka i wylegania dla odmian jęczmienia jarego pastewnego. Wydaje się, że jednoroczna ocena zdolności kombinacyjnej potomstw (linii F_4) odmian i rodów u jęczmienia może być niewystarczająca, ponieważ nie ujawnia rzeczywistych wartości badanych odmian i rodów na podstawie oceny ich potomstwa. Analiza statystyczno-genetyczna na podstawie syntezy badań polowych z kilku lat wykonana w niniejszej pracy (tab. 1) wypełniła tę lukę i pozwoliła ujawnić zdolność kombinacyjną dla badanych rodów i odmian jęczmienia jarego. W tabeli 2 przedstawiono testery, które charakteryzowały się istotnymi dodatnimi (korzystnymi) i ujemnymi (niekorzystnymi) efektami zdolności kombinacyjnej (pomijając testery o efektach nieistotnych). Największymi wartościami efektów zdolności kombinacyjnej dla plonu charakteryzowały się następujące testery: Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Derkado, Candice, Gimpel, Grosso, Lotus i Apex. Istotne wartości ujemne uzyskano dla testerów Alexis, Korina, 2685/88, Arena, STH 145, Amazone i Catrin.

W tabeli 3 przedstawiono 79 wybranych kombinacji, charakteryzujących się istotnymi dodatnimi lub ujemnymi efektami kombinacji i odmian dla plonowania. Okazało się, że najwyższym plonem odznaczały się kombinacje: Derkado $\times$ Gimpel (75,3 dt/ha), Grosso

× Tasman (70,4 dt/ha). Tak duży potencjał plonowania dla pierwszej wymienionej kombinacji był efektem wysokiej zdolności kombinacyjnej = 19,92**, jako łączny efekt odmiany Gimpel = 15,15** i testera Derkado = 4,77** (tab. 3).

Tabela 2

Średnie i efekty testerów dla plonu jęczmienia jarego browarnego w latach 1990–1994
Means and effects of testers for grain yield in spring barley in years 1990–1994

Testery Testers	Liczba rodów Number of strains	Średnie dt/ha Means dt/ha	Efekty testerów Effects of testers
Alexis	74	48,09	-7,29**
Korina	32	51,63	-3,75**
2685/88	79	51,85	-3,53**
Arena	55	52,08	-3,30**
STH 145	42	52,46	-2,92**
Amazone	28	52,67	-2,71**
Catrin	14	52,99	-2,39**
Lenka	62	54,59	-0,79
291 N	42	55,08	-0,31
292 N	80	55,15	-0,24
HVS 1031	10	55,35	-0,03
HVS 424126	32	55,44	0,05
Nebi	28	55,57	0,19
HVS 135705	113	56,05	0,67
1266 N	56	56,21	0,83
Togo	15	56,61	1,22
Lotus	36	57,29	1,90*
Apex	22	57,50	2,12*
Grosso	96	58,26	2,88**
Gimpel	13	58,94	3,55**
Candice	12	59,24	3,86**
Derkado	20	60,15	4,77**
Dorina	13	60,83	5,46**
Ilka	24	61,10	5,72**
Rubin	34	62,36	6,98**
STH 126	18	64,96	9,58**
Krystal	8	66,49	11,10**
Średnia Mean		56,63	
NIR (0,05)			2,327
LSD (0,05)			

* ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Druga wymieniona plenna linia wyselekcjonowana z kombinacji; Grosso × Tasman, dla której efekt kombinacji wyniósł 14,99**, swój wysoki potencjał plonowania zawdzięcza w większym stopniu odmianie Tasman (efekt = 12,11**) i nieco mniejszym testerowi Grosso (efekt = 2,88**). Przeprowadzona analiza wykazała, że testery o ujemnych efektach, obniżające istotnie plon w kombinacjach dawały w większości przypadków również kombinacje o ujemnych wartościach zdolności kombinacyjnej (tab. 3). Wyjątkiem okazały się kombinacja Arena × Ilka (efekt 4,39*) i kombinacja 2685/88 × Camir (efekt 4,17*), w których ujemne efekty testerów Arena (-3,29**) i 2685/88 (-3,53**) były zredukowane dodatnim wpływem odmian (Ilka i Camir) (tab. 3).

Tabela 3

**Średnia wartość dla plonu, efekt kombinacji odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego
w latach 1990–1994**

**Mean values of yield, combinations and varieties effects strains in brewery spring barley
in years 1990–1994**

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effects combinations	Efekty odmian Effects varieties
Derkado × Gimpel	4	75,30	19,92**	15,16**
STH 126 × Nebi	10	69,89	14,50**	4,92*
STH 126 × Grosso	3	66,73	11,34**	1,77
Rubin × Malwas	4	69,03	13,64**	6,67**
Rubin × Krystal	5	68,04	12,66**	5,68**
Rubin × HWS 5444	3	64,80	9,42**	2,45
Rubin × Lotus	3	63,56	8,18**	1,20
Rubin × Lerche	7	61,76	6,38**	-0,59
Rubin × HVS 19574	3	60,09	4,71*	-2,26
Rubin × Grosso	4	60,07	4,69*	-2,29
Ilka × Nebi	5	68,52	13,14**	7,42**
Ilka × Grosso	3	61,33	5,95**	0,24
Krystal × (Naim × Apex)	3	63,89	8,51**	-2,59
Candice × Lenka	3	67,27	11,89**	8,03**
Candice × CE 38	3	59,42	4,04*	0,14
Gimpel × HVS 51249 × Grosso	5	63,42	8,03**	4,48*
Dorina × 2685/88	4	61,39	6,00**	0,56
Dorina × 292 N	9	60,58	5,20**	-0,25
Nebi × (Apex × Lenka)	5	60,82	5,43**	5,25**
HVS 135705 × 1266 N	19	59,76	4,38*	3,71
HVS 424126 × 2685/88	5	59,56	4,18*	4,12*
Togo × HVS 424126	8	59,31	3,93*	2,70
Grosso × Tasman	3	70,37	14,99**	12,11**
Grosso × (HWS 23353 × Bonus)	3	65,49	10,11**	7,23**
Grosso × (Ewasem × Rapid)	12	62,14	6,75**	3,87*
Grosso × Malwas	4	60,28	4,90*	2,02
Grosso × GOH 1601	3	59,39	4,01*	1,13
Grosso × Ewasem	7	59,37	3,99*	1,11
Grosso × 3503	5	61,23	5,85**	2,97
Grosso × Carnival	3	60,78	5,39**	2,51
Grosso × Bonus	3	48,23	-7,15**	-10,03**
Grosso × HVS 15440	3	40,14	-15,24**	-18,12**
Lenka × Cebeco 8501	7	60,52	5,14**	5,93**
Lenka × (STH 684 × Apex)	4	59,70	4,32*	5,11**
Lenka × Cebeco 341/2	3	47,44	-7,94**	-7,15**
Lenka × CE 431	3	59,29	3,91*	4,70*
Lenka × (Gerlinde × Candice)	10	43,66	-11,73**	-10,93**
1266 N × 2685/88	3	64,89	9,51**	8,68**
1266 N × Carotte	4	61,39	6,00**	5,18**
1266 N × HVS 135705	7	50,97	-4,41*	-5,24**
1266 N × Catrin	12	49,84	-5,54**	-6,37**
1266 N × HVS 424126	19	59,76	4,38*	3,55
Lotus × Adelle	11	64,19	8,81**	6,90**
Lotus × Perum	3	48,33	-7,05**	-8,96**
Lotus × HVS 19574	5	46,78	-8,61**	-10,51**
292 N × HVS 135705	5	62,78	7,40**	7,63**
292 N × (Amazone × Derkado)	9	60,58	5,20**	5,44**
292 N HVS 1031	8	59,31	3,93*	4,16*
292 N × 2685/88	7	50,92	-4,46*	-4,23*
292 N × STH 145	8	47,65	-7,73**	-7,50**

c.d. Tabela 3

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effects combinations	Efekty odmian Effects varieties
Apex × Adelle	10	62,01	6,62**	4,51*
Apex × Alexis	2	46,33	-9,05**	-11,17**
Arena × Ilka	16	59,77	4,39*	7,69**
Arena × Alexis	8	48,91	-6,47**	-3,18
Arena × Rudzik	13	46,21	-9,17**	-5,87**
Arena × BR 2751/4	8	43,16	-12,23**	-8,93**
2685/88 × Camir	5	59,56	4,17*	7,71**
2685/88 × HVS 424126	12	49,84	-5,54**	-2,01
2685/88 × Cartin	7	48,21	-7,18**	-3,64
2685/88 × STH 145	8	47,65	-7,73**	-4,20*
2685/88 × 292 N	3	41,43	-13,95**	-10,42**
291 N × Alexis	4	49,96	-5,43**	-5,12**
291 N × 292 N	4	49,96	-5,43**	-5,12**
STH 145 × Amazone	7	50,97	-4,41*	-1,49
Alexis × HVS 51294	5	50,88	-4,50*	2,79
Alexis × SK 2889	6	50,71	-4,68*	2,61
Alexis × HVS 78267	4	49,21	-6,17**	1,12
Alexis × Arena	4	48,91	-6,47**	0,82
Alexis × (HVS 51249/79 × Candice)	5	47,73	-7,65**	-0,36
Alexis × Jarek	3	46,99	-8,39**	-1,10
Alexis × BR 2751/4	9	45,28	-10,11**	-2,82
Alexis × BKH 2478	7	45,2	-10,18**	-2,89
Alexis × Korina	7	44,16	-11,23**	-3,94*
Alexis × HVS 51249	3	43,85	-11,53**	-4,24*
Alexis × (STH 126 × Nebi)	8	42,25	-13,13**	-5,84**
Catrin × 1266 N	3	50,18	-5,21**	-2,81
Amazone × STH 145	3	50,18	-5,21**	-2,50
Amazone × 1266 N	3	41,43	-13,95**	-11,24**
Korina × Alexis	7	43,30	-12,08**	-8,33**
Średnia Mean		55,62		
NIR (0,05)				
LSD (0,05)			5,457	

*, ** Istotne różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Duży wpływ na obniżanie plenności jęczmienia odgrywa słaba odporność na mączniaka. Poprawa odporności na tę chorobę wytworzonych materiałów wymaga od hodowców dużego wysiłku hodowlanego. Dlatego w niniejszej pracy podjęto się również oceny testerów i odmian użytych do wytworzonych kombinacji pod kątem odporności na mączniaka. W tabeli 4 przedstawiono charakterystykę testerów pod względem odporności na mączniaka. Najwyższą odpornością charakteryzowały się testery: Krystal (8,7), Rubin (8,7), Grosso (8,6), (tab. 4). Również wymienione testery odznaczały się dodatnimi korzystnymi efektami (Krystal = 5,48**, Rubin = 4,6** i Grosso = 4,04**), (tab. 4). Niekorzystnymi, istotnie ujemnymi efektami pod względem przekazywania odporności na mączniaka odznaczały się testery; Alexis (-8,47**), Gimpel (-7,46**) i Arena (-4,23**), (tab. 4). Pozostałe testery nie dawały istotnych efektów pod względem odporności na mączniaka (tab. 4). W tabeli 5 zamieszczono 31 wybranych kombinacji o istotnych dodatnich (korzystnych) lub ujemnych (niekorzystnych) efektach kombinacji dla

mączniaka. Tylko 15 z nich odznaczało się istotnymi dodatnimi efektami kombinacji. Wśród badanych kombinacji na ich dodatni istotny efekt wpływ wywierały tylko testery; Krystal, Rubin, Grosso, a istotny ujemny wpływ na efekt kombinacji miały testery; Alexis, Gimpel i Arena. Tylko w 3 kombinacjach: Rubin × Malwas, Grosso × Tasman i Grosso × Carnival na efekt dodatni wspólnie wpływały zarówno testery, jak i odmiany (tab. 5). Istotny, ale niekorzystny wpływ testera i odmiany na odporność na mączniaka stwierdzono u kombinacji Arena × Alexis (tab. 5). Należy podkreślić, że średnia odporność na mączniaka dla wszystkich testowanych kombinacji wynosiła 8,1 przy rozpiętości oceny od 6,2 do 9,0 (mierzonej w skali od 9 do 1), (tab. 5).

Tabela 4

Średnie i efekty testerów dla plonu odporności na mączniaka jęczmienia jarego browarnego w latach 1990–1994

Means and effects of testers for powdery mildew in spring barley in years 1990–1994

Testery Testers	Liczba rodów Number of strains	Średnia wartość w skali 9–1 Mean value in scale 9–1	Efekty testerów Effects of testers
Alexis	74	7,5	-8,47**
Gimpel	24	7,6	-7,46**
Arena	74	8,0	-4,23**
STH 145	14	8,1	-2,49
Togo	15	8,2	-1,64
HVS 135705	54	8,3	-0,66
Korina	32	8,3	-0,62
Candice	25	8,3	-0,62
Apex	36	8,4	0,40
Amazone	18	8,4	1,11
Derkado	11	8,4	1,11
Lenka	67	8,4	1,23
Lotus	63	8,5	2,16
Nebi	52	8,5	2,26
HVS 424126	13	8,5	2,44
Gross	138	8,6	4,05*
Rubin	47	8,7	4,60**
Krystal	11	8,7	5,48**
Średnia Mean		8,3	
NIR (0,05)			
LSD (0,05)			4,613

*, ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

W praktyce hodowlanej duże znaczenie mają te kombinacje, które charakteryzują się odpornością 9, a równocześnie wysoce istotnymi dodatnimi efektami kombinacji wynoszącymi 12,56** (maksymalne wartości dodatnich efektów po transformacji odpowiadają w skali wartości = 9), (tab. 5). Należy do nich zaliczyć kombinacje: Lenka × Candice, Candice × Lenka, Lenka × STH 126, Grosso × Carnival, Grosso × Tasman, Lotus × HVS 19574, Rubin × Malwas, Korina × Alexis. Na podstawie wykonanych analiz i ocen zdolności kombinacyjnej można wskazać perspektywiczne kombinacje, które łączyły wysokie efekty plenności i odporności na mączniaka. Są to kombinacje Candice × Lenka, Grosso × Tasman oraz Rubin × Malwas. Przydatność dla hodowli twórczej badanych form

jęczmienia jarego na podstawie uzyskanych wyników potwierdzają wyniki wcześniejszych prac wykonanych dla jęczmienia (Grzywa i in., 2000; Węgrzyn i in., 2000). Przyjętą metodykę dla innych gatunków zbóż; pszenicy i owsa, potwierdziły wykonane wcześniej podobne opracowania (Węgrzyn i in., 1993, 1996; Śmiałowski i in., 1999, 2000). Przeprowadzona w tych pracach szczegółowa analiza licznych kombinacji również ujawniła dużą grupę korzystnych testerów i odmian u pszenicy ozimej i owsa oraz perspektywiczne kombinacje, z których hodowcy mogą wyselekcjonować wartościowe potomstwo.

Tabela 5

Ocena wartości kombinacyjnej rodów jęczmienia jarego browarnego pod względem odporności na mączniaka w latach 1990–1994
The combining ability for resistance to powdery mildew of selected strains of brewery spring barley in years 1990–1994

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effect combination	Efekty odmian Effects varieties
Rubin × Malwas	4	9,0	12,56**	7,96*
Rubin × Krystal	5	8,9	8,66*	4,06
Lotus × HVS 19574	5	9,0	12,56**	10,40**
Lenka × STH 126	5	9,0	12,56**	11,33**
Lenka × Candice	3	9,0	12,56**	11,33**
Korina × Alexis	7	9,0	11,56**	12,18**
Candice × Lenka	3	9,0	12,56**	13,18**
Candice × Grosso	4	8,8	7,69*	8,31*
HVS 424126 × 3513-1	5	8,8	7,99*	5,55
Grosso × Tasman	3	9,0	12,56**	8,51*
Grosso × Carnival	3	9,0	12,56**	8,51*
Grosso × 3503	5	8,9	9,36*	5,31
Grosso × Ewasem	15	8,9	8,66*	4,61
Grosso × STH 126	4	8,8	7,69*	3,64
Grosso × (Gimpel × Regent)	4	8,8	7,69*	3,64
Grosso × HVS 78267	3	7,3	-9,78*	-13,83**
Grosso × Bonus	3	6,2	-17,95**	-21,99**
Apex × (Rubin × Gimpel)	5	8,9	8,66*	8,26*
Apex × Alexis	2	7,2	-11,24**	-11,64**
Gimpel × (HVS 51249 × Grosso)	11	7,5	-8,53*	-1,07
Gimpel × (Lotus × Maresi)	8	6,9	-13,34**	-5,88
Arena × BR 2751/4	8	7,4	-9,06*	-4,84
Arena × Rudzik	13	7,3	-9,83**	-5,60
Arena × Alexis	8	6,6	-15,56**	-11,33**
Alexis × Korina	7	7,6	-7,83*	0,65
Alexis × Br 2751/4	9	7,5	-8,65*	-0,18
Alexis × (HVS 51249/79 × Candice)	5	7,1	-12,09**	-3,62
Alexis × (STH 126 × Nebi)	8	6,9	-13,20**	-4,73
Alexis × HVS 51294	5	6,9	-13,52**	-5,05
Alexis × Jarek	3	6,6	-15,55**	-7,08
Alexis × Arena	4	6,6	-15,55**	-7,08
Średnia Mean		8,1		
NIR (0,05)				10,61
LSD (0,05)				

*** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki analizy statystyczno-genetycznej pokolenia F₄ wskazują na grupę testerów dobrze przekazujących potencjał plonowania na potomstwo, są to: Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Derkado, Candice, Gimpel, Grosso i Apex.
2. Testery Krystal, Rubin i Grosso były najwartościowszymi pod względem przekazywania na potomstwo odporności na mączniaka. Łączyły one tę cenną właściwość z wysokim potencjałem plonowania.
3. Ujemne efekty dla odporności na mączniaka przekazywały na swoje potomstwo Alexis, Gimpel i Arena.
4. Na podstawie wykonanych analiz i ocen zdolności kombinacyjnej można wskazać perspektywiczne kombinacje, które łączyły wysokie efekty plenności i odporności na mączniaka. Są to kombinacje Candice × Lenka, Grosso × Tasman oraz Rubin × Malwas

LITERATURA

- Adamski T. 1993. Wykorzystanie linii podwojonych haploidów w analizie statystyczno-genetycznej cech ilościowych. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, seria Rozprawy i Monografie 2: 1 — 60.
- Asher M. J. C., Thomas W. T. B. 1983. The expression of partial resistance to *Erysiphe graminis* in spring barley. *Plant Pathology* 33: 123 — 130.
- Backes G., Grauer A., Forogdhi-Wehr B., Fischbeck G., Wenzel G., Jahoor A. 1995. Localization of quantitative trait loci (QTL) for agronomic important characters by use of RFLP map in barley (*Hordeum vulgare*). *Theor. Appl. Genet.* 90: 294 — 302.
- Balkema-Boomstra A. G., Masterbroek H. D. 1993. Diallel analysis of partial resistance to powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* in spring barley (*Hordeum vulgare*). *Euphytica* 65: 15 — 21.
- Barma U. M., Chalmres K. J., Thomas W. T. B., Hackett C. A., Lea V., Jack P., Forster B. P., Vangh R., Powell W. 1993. Molecular mapping of genes determine height, time to heading and growth habit in barley (*Hordeum vulgare*). *Genome* 36: 1080 — 1087.
- Fejer S. A., Fedak G. 1983. Genetic analysis of hybrids between three two rowed barley cultivars and various new. Introductions grown in Canada. *Crereal Res. Commun.* 11: 253 — 258.
- Fiedulova N. M., Sazanova L. N. 1981. Nasledovanie osnovnykh koliczestwennykh priznakov jarogo jaczmenia w sistemie topkrosnykh skreszczywanij. *Cytol. i Genet.* 15/2: 61 — 66.
- Grzywa M., Węgrzyn S., Kłodnicka M. 2000. Wartość kombinacyjna odmian i rodów jęczmienia jarego dla wybranych cech. *Biul. IHAR* 216: 173 — 185.
- Hayes P. M., Blake T., Chen T. H. H., Tragoonzung S., Chen F., Pan A., Lin B. 1993 a. Quantitative trait loci on barley (*Hordeum vulgare* L.) chromosome 7 associated with components of winter-hardiness. *Genome* 36: 66 — 71.
- Hayes P. M., Lin B. H., Knapp S. J., Chen F., Jones B., Blake T., Franckowiak J., Rasmusson D., Somells M., Ulrich S. E., Wesenberg D., Kleinhofs A. 1993 b. Quantitative trait locus effects and environmental interaction in a sample of North American barley germ plasm. *Theor. Appl. Genet.* 87: 392 — 401.
- Heun M. 1987. Combining ability and heterosis for quantitative powdery mildew resistance in barley. *Plant Breeding* 99: 234-238.
- Jensen J. 1989. Estimation of recombination parameters between a quantitative trait locus (QTL) and two marker gene loci. *Theor. Appl. Genet.* 78: 613 — 618.
- Kaczmarek Z., Surma M., Adamski T. 1984. Ważniejsze parametry genetyczne — ich interpretacja i sposoby wyznaczania. *Listy Biometryczne* 21: 13 — 20.
- Kjaer B., Haar V., Jensen J. 1991. Associations between 23 quantitative traits and 10 genetic markers in a barley cross. *Plant Breeding* 106: 261 — 274.
- Kudła M. M., Kudła M. 1995. Genetyczne możliwości wzrostu plonowania jęczmienia jarego. *Biul IHAR* 198: 35 — 44.

- Laurie D. A., Pratchett N., Bezaud J. H., Snape J. W. 1995. RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flower time in winter × spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross. *Genome* 38: 575 — 585.
- Mather D. E., Tinker N. A., Laberge D. E., Edney M., Jones B. L., Rossmagel B. G., Legge W. G., Briggs K. G., Irvine R. B., Falk D. E., Kasha K. J. 1997. Regions of the genome effect grain and malt quality in North American two-row barley cross. *Crop Sci.* 37: 544 — 554.
- Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z. 1984. The use of doubled haploid lines for estimation of genetic parameters. *Genet. Pol.* 25: 27 — 32.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 1999. Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa na podstawie oceny kilku cech. Część I. Owies białoziarnisty (*Avena sativa* L. var. *aristata*). *Biul. IHAR* 210: 53 — 59.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 2000. Combining ability of parental forms on the based of some traits of oats the naked grains oat (*Avena sativa* L. var. *nuda*). *Plant Breeding and Seed Science* 44/1: 63 — 72.
- Thomas W. T. B., Powell W., Swantson J. S. 1991. The effects of major genes on quantitative varying characters in barley. The G Pert and dense loci and quality characters. *Heredity* 66: 381 — 389.
- Thomas W. T. B., Powell W., Wangh R., Chalmers K. J., Barne U. M., Jack P., Lea U., Forster B. P., Swantson J. S., Ellis R. P., Hanson P. R., Lauce R. C. M. 1995. Detection of quantitative trait loci for agronomic, yield, grain and disease characters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor. Appl. Genet.* 91: 1037 — 1047.
- Tinker N. A., Mather D. E., Rossmagel B. G., Kasha K. J., Kleinhofs A., Hayes P. M., Falk D. E., Ferguson T., Slurgar L. P., Legge W. G., Irvine R. B., Choo T. M., Briggs K. G., Ulrich S. E., Franckowiak J., Blake T. K., Graf R. J., Dofing S. M., Saghai Maroof M. A., Sedes G. J., Hoffman D., Dahleen L. S., Kilian A., Chen F., Biyashev R. M., Kudrna D. A., Steffenson B. J. 1996. Region of the genome that affect agronomic performance in two-row barley. *Crop Sci.* 36: 1053 — 1062.
- Węgrzyn S., Grzywa M., Kłodnicka M. 2000. Model nieźrównoważonego układu hierarchicznego w badaniu zdolności kombinacyjnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 215: 129 — 139.
- Węgrzyn S., Nalepa S., Pochaba L. 1979. Ogólna i swoista wartość kombinacyjna dla plonu i jego komponentów u pszenicy ozimej. *Hod. Rośl Aklim.* 23: 61 — 72.
- Węgrzyn S., Pochaba L., Cygankiewicz A., Witkowski E. 1993. Zdolność kombinacyjna form rodzicielskich na podstawie oceny kilku cech rodów hodowlanych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 187: 19 — 28.
- Węgrzyn S., Pochaba L., Choma K. 1996. Zdolność kombinacyjna form rodzicielskich na podstawie oceny kilku cech rodów hodowlanych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 200: 277 — 287.