

HENRYK J. CZEMBOR
JERZY H. CZEMBOR
ALEKSANDRA PIETRUSIŃSKA
OLGA DOMERADZKA

Pracownia Genetyki Stosowanej
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Radzików

Odporność na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) odmian jęczmienia włączonych do badań rejestrowych w Polsce w roku 2010*

Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) in barley cultivars included to registration trials in Poland in 2010

Określono uwarunkowania genetyczne odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) u 9 odmian jęczmienia ozimego i 21 odmian jęczmienia jarego, które zostały włączone badań rejestrowych w Polsce w roku 2010. U odmian ozimych stwierdzono występowanie jednego lub więcej genów odporności związanych z locus *Mla* (*Mla6*, *Mla14*). W odmianach jarych stwierdzono obecność genów *Mla1*, *Ml 1-B-53* oraz *mlo*. W 3 odmianach ozimych oraz 2 odmianach jarych odporność uwarunkowana była genami niezidentyfikowanymi. Prowadzone badania wykazały, że na populację *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* występującą w Polsce odporne są tylko odmiany z genem *mlo* oraz 2 odmiany o bliżej nieokreślonych genach.

Słowa kluczowe: geny odporności, jęczmień, mączniak prawdziwy, odporność odmian

Genetic resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) was investigated among 9 winter barley cultivars and 21 spring barley cultivars included in the registration trials in Poland in the year 2010. Winter cultivars had one or more genes for resistance (*Mla6*, *Mla14*). In the spring cultivars the presence of the following genes was detected: *Mla1*, *Ml 1-B-53* and *mlo*. In 3 winter cultivars and 2 spring cultivars resistance was determined by unidentified genes. Based on the obtained results it was possible to conclude that only cultivars with gene *mlo* and 2 cultivars with unidentified genes had high level of resistance to population of *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* occurring in Poland.

Key words: barley, resistance genes, powdery mildew, resistance of cultivars

* Praca częściowo dofinansowana z programu wieloletniego MRiRW, zadanie 6.7

WSTĘP

Mączniak prawdziwy powodowany przez grzyba *Blumeria graminis* D.C. f.sp. *hordei* (Marchal) to jedna z ważniejszych chorób liści jęczmienia w Polsce. W różnych latach występuje ona z różnym nasileniem na terenie całego kraju powodując straty w plonach (Gacek i in., 1996). W warunkach sprzyjających dla rozwoju grzyba straty w plonie ziarna mogą sięgać 25% natomiast przeciętnie wynoszą ok. 10% (Kozdój i in., 2009). Silniejsze porażenie mączniakiem plantacji jęczmienia browarnego prowadzi do pogorszenia wartości technologicznej ziarna, jako surowca dla przemysłu piwowarskiego, głównie z powodu podwyższenia zawartości białka (Pecio i Bichoński, 2003). Straty w plonie ziarna można ograniczyć przez stosowanie w uprawie odpowiednich fungicydów, uprawę odmian odpornych oraz wykorzystanie naturalnych mechanizmów współzależności roślin między sobą i środowiskiem (Czembor i Gacek, 1990; Gacek, 1990; Nieróbca i in., 2003). Odporność uprawianych odmian na patogeny i możliwie zróżnicowana pod względem genetycznego jej uwarunkowania jest jednym z ważniejszych elementów nowoczesnej proekologicznej produkcji roślinnej. Znajomość genów odporności występujących w uprawianych odmianach jest konieczna do interpretacji współdziałania między populacją patogena a jego gospodarzem. Umożliwia to również rolnikom zwiększyć stabilność odporności przez właściwy z punktu widzenia zdrowotności dobór odmian, przestrzenne zróżnicowanie uprawy odmian o różnym uwarunkowaniu genetycznym odporności. W przypadku jęczmienia pastewnego uprawę mieszanek odpowiednio dobranych odmian (Czembor i Gacek, 1990; Gacek i in., 1996; Finckh i in., 1999).

Uwzględniając hipotezę Flora „gene-for-gene” można przez zakażanie roślin izolatami patogena o znanym zakresie wirulencji określić spektrum reakcji danej odmiany i na tej podstawie ustalić jej fenotyp odporności (Flor, 1956; Wolfe i McDermott, 1994; Czembor i Czembor, 2001).

Celem podjętych badań było określenie genów odporności na mączniaka prawdziwego występujących w odmianach jęczmienia jarego i ozimego przyjętych do badań rejestrowych w Polsce w roku 2010.

MATERIAŁ I METODY

Odmiany jęczmienia

Tabela 1

Lista odmian jęczmienia ozimego włączona do badań COBORU w roku 2010
List of winter barley cultivars included to COBORU registration trials in 2010 (Siwiak, 2011)

Odmiana — Cultivar	Kraj pochodzenia — Origin	Hodowca — Breeder
BE 200010170 DE	DE	Borries-Eckendorf
BKH 3042	PL	HR Smolice
BKH 3115	PL	HR Smolice
DIE 11527.05 DE	DE	Dieckmann GmbH
LP 6-761 DE	DE	KWS Lochow GmbH
NORD 06060/73 DE	DE	Nordsaat Saatzucht
POA 6230/02/2	PL	HR Danko
SZD 4545	DE	Saatzucht Donau GmbH

W badaniach uwzględniono 9 odmian jęczmienia ozimego (tab. 1) i 21 odmian jęczmienia jarego przyjętych do badań rejestrowych w roku 2010 przez COBORU (tab. 2). Nasiona otrzymano od hodowców poszczególnych odmian.

Tabela 2

Lista odmian jęczmienia jarego włączonych do badań COBORU w roku 2010
List of spring barley cultivars included to COBORU registration trials in 2010 (Siwiak, 2010)

Odmiana — Cultivar	Kraj — Country	Hodowca — Breeder
AC 04/588/131	DE	Ackermann Saatzucht
BKH 131-4890	PI	HR Smolice
BKH 23/08	PL	HR Smolice
CHD 144/02-4E	FR	SECOBRA
LP 07/33	DE	KWS Lochow
MHR-PJ-0109	PL	MHR HBP
MHR-PJ-0209	PL	MHR HBP
MOB 6443/05	PL	HR DANKO
MOB 7765/05	PL	HR DANKO
MOB 7783/05	PL	HR DANKO
NORD 06/1108	DE	NORDSAAD
NORD 06/2402	DE	NORDSAAD
RAH 826/06	PL	HR Smolice
RAH 837/06	PL	HR Smolice
S. 16022	DE	Serasem
STH 7509	PL	HR Strzelce
STH 7609	PL	HR Strzelce
STH 7709	PL	HR Strzelce
STH 7809	PL	HR Strzelce
Sunshine	DE	Saatzucht J. Breun
SZD 4748	DE	Saatzucht Donau

Izolaty różnicujące

W badaniach wykorzystano 31 izolatów *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* z kolekcji Pracowni Genetyki Stosowanej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (IHAR). Wybrane izolaty rozmnażano na podatnej odmianie Manchurian, a ich patogeniczność określono na siewkach zestawu linii izogenicznych Pallas (Kolster i in., 1986) i dodatkowo na 9. odmianach z genami innymi niż obecne w serii Pallas (tab. 3).

Ocena odporności

Badania prowadzono w szklarni IHAR w Radzikowie w okresie od października 2010 do kwietnia 2011. Siewki testowanych roślin uprawiano w warunkach sztucznego doświetlania (długość dnia 16 h) przy temperaturach w granicach 16–22°C. Inokulacji siewek dokonywano przez strząsanie nad nimi zarodników konidialnych z roślin porażonych wybranym izolatem. Po 8–10 dniach od inokulacji oceniano reakcję roślin w pięciostopniowej skali Mainsa i Dietza uzupełnionej o stopień 0(4) charakteryzującą reakcję odmian z genem *mlo* (za Czembor i Czembor, 2001). Rośliny o reakcji 0–2 klasyfikowano, jako odporne, 3–4 jako podatne, a 0(4) jako efekt obecności genu *mlo*.

Tabela 3

Reakcja odmian różnicujących jęczmienia na zakażenie 31 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of differential set of barley cultivars after inoculation with 31 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiana Cultivar	Gen Gene	Izolat — Isolate															
		1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20	21	24	24R
Pallas	<i>Mla8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P01	<i>Mla1</i>	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P02	<i>Mla3</i>	0	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4	0	4
P03	<i>Mla6</i> , <i>Mla14</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4	0	4	4	4
P04A	<i>Mla7</i> , <i>Mlk</i> , +?	4	4	0	4	0	0	1	0	4	0	2	2	2	1	0	2
P04B	<i>Mla7</i> , +?	4	4	2	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	1	0	4
P06	<i>Mla7</i> , <i>MILG2</i>	4	4	2	4	0	4	0	0	4	2	4	4	1	0	0	4
P07	<i>Mla9</i> , <i>Mlk</i>	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0
P08A	<i>Mla9</i> , <i>Mlk</i>	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0
P08B	<i>Mla9</i>	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
P09	<i>Mla10</i> , <i>MIDu2</i>	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
P10	<i>Mla12</i>	0	4	0	4	0	4	0	0	0	4	4	2	4	0	0	0
P11	<i>Mla13</i> , <i>MIRu3</i>	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
P12	<i>Mla22</i>	4	0	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	4	4
P13	<i>Mla23</i>	4	1	2	4	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1
P14	<i>Mlra</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P15	<i>MI(Ru2)</i>	2	4	4	4	2	4	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4
P17	<i>Mlk</i>	4	4	2	2	0	2	2	2	4	0	2	2	2	2	2	1
P18	<i>Mlnn</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2
P19	<i>Mlp</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2
P20	<i>Mlat</i>	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2
P21	<i>Mlg</i> , <i>MI(CP)</i>	4	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
P22	<i>mlo5</i>	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	3	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)
P23	<i>MI(La)</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P24	<i>Mlh</i>	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4
Benedicte	<i>Mla9</i> , <i>MI</i> (<i>IM9</i>)	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lenka	<i>Mla13</i> , <i>MI</i> (<i>Ab</i>)	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0
Gunnar	<i>Mla3</i> , <i>MI</i> (<i>Tu2</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steffi	<i>MI</i> (<i>St1</i>), <i>l</i> (<i>St2</i>)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kredit	<i>MI</i> (<i>Kr</i>)	4	4	2	0	4	1	0	0	3	0	4	4	2	0	0	2
Jarek	<i>MI1192</i> , +?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
Triumph	<i>Mla7</i> , <i>MI</i> (<i>Ab</i>)	4	0	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	0	4
Borwina	<i>MI</i> (<i>Bw</i>)	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	4	4	4	2	2	4
Peggy	<i>MI</i> (<i>Sl-1</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchurian		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Odmiana Cultivar	Gen Gene	Izolot — Isolate														
		25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48	50	51	123	130
Pallas	<i>Mla8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P01	<i>Mla1</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4
P02	<i>Mla3</i>	0	0	0	0	4	0	1	0	0	4	0	0	1	0	4
P03	<i>Mla6,</i> <i>Mla14</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4
P04A	<i>Mla7,</i> <i>Mlk, +?</i>	4	0	0	0	4	1	2	0	4	2	0	4	4	4	4
P04B	<i>Mla7, +?</i>	4	0	2	0	4	1	4	0	4	2	0	4	4	4	4
P06	<i>Mla7,</i> <i>MILG2</i>	4	0	0	0	2	0	4	0	4	2	0	4	4	4	4
P07	<i>Mla9,</i> <i>Mlk</i>	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0
P08A	<i>Mla9,</i> <i>Mlk</i>	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0
P08B	<i>Mla9</i>	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0
P09	<i>Mla10,</i> <i>MIDu2</i>	4	4	4	4	4	4	0	1	4	0	0	4	4	4	4
P10	<i>Mla12</i>	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0	4	4	4
P11	<i>Mla13,</i> <i>MIRu3</i>	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4
P12	<i>Mla22</i>	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	0	0
P13	<i>Mla23</i>	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	4	2	4	1	1
P14	<i>Mlra</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P15	<i>Ml(Ru2)</i>	4	2	2	2	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4
P17	<i>Mlk</i>	4	4	0	1	2	2	1	0	4	2	0	4	4	4	4
P18	<i>Mlnn</i>	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2
P19	<i>Mlp</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P20	<i>Mlat</i>	4	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2	4	2	4
P21	<i>Mlg,</i> <i>Ml(CP)</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4
P22	<i>mlo5</i>	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0 (4)
P23	<i>Ml(La)</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
P24	<i>Mlh</i>	4	4	4	4	4	2	4	0	4	4	4	4	4	4	4
Benedicte	<i>Mla9, Ml(</i> <i>IM9)</i>	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0	4	4	4
Lenka	<i>Mla13, Ml</i> <i>(Ab)</i>	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4
Gunnar	<i>Mla3,</i> <i>Ml(Tu2)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Steffi	<i>Ml(St1),</i> <i>l(St2)</i>	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	4	4
Kredit	<i>Ml(Kr)</i>	4	4	0	0	4	0	4	0	2	2	0	2	4	4	4
Jarek	<i>Ml1192,</i> <i>+?</i>	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	4	4	4	4	2
Triumph	<i>Mla7,</i> <i>Ml(Ab)</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Borwina	<i>Ml(Bw)</i>	4	2	1	2	2	2	4	2	2	4	3	4	4	4	4
Peggy	<i>Ml(Sl-1)</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
Manchurian		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Postulowanie genów odporności

Hipotezę o obecności w badanej odmianie specyficznego genu odporności sprawdzano na podstawie porównania jej reakcji z reakcją odmian różnicujących na zakażenie zestawem izolatów o znanym spektrum wirulencji. Identyfikacji genów odporności dokonywano przez eliminację genów odporności nieobecnych w badanej odmianie. Dalsze postępowanie polegało na określeniu obecności możliwych genów odporności zgodnych z hipotezą gen na gen. W przypadku, kiedy obserwowano porównywalną reakcję (ocena 3 i 4) na zakażenie danym izolatem przyjmowano, że badana odmiana nie ma genów odporności, dla których użyty izolat był awirulentny. Natomiast w przypadku niezgodnej reakcji (ocena 0–2) na zakażenie izolatem mającym tylko jeden gen awirulencji w stosunku do pozostałych możliwych genów odporności oznaczało to możliwość obecności w badanej odmianie postulowanego genu odporności (Flor, 1956; Brown i Jorgensen, 1991; Czembor i Czembor, 2001).

WYNIKI

Na podstawie reakcji siewek na zakażenie wybranymi izolatami *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* stwierdzono występowanie różnych genów odporności w 28 badanych odmianach jęczmienia. Dwie odmiany jęczmienia ozimego były podatna na wszystkie znane patotypy *B. graminis* f.sp. *hordei* występujące w Polsce. W pozostałych odmianach jęczmienia ozimego stwierdzono: geny *Mla6*, *Mla14* w dwóch odmianach, geny nieoznaczone (u) w trzech, a dwie odmiany były heterogeniczne (tab. 4).

Tabela 4

Reakcja odmian jęczmienia ozimego przyjętych do badań w roku 2010 na zakażenie 29 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of winter barley cultivars included to the registration trials in Poland in the year 2010 after inoculation with 29 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Izolat — Isolate														Postulowany gen Postulated gene	
		1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20	21	24	u
BE 200010170 DE	DE	0	0	4	0	0	4	2	0	0	4	2	2	0	4	2	<i>mix</i>
BKH 3042	PL	0	2	0	2	3	2	2	0	0	4	2	2	2	2	1	<i>Mla6, Mla14</i>
BKH 3115	PL	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4	0	4	4	brak
DIE 11527.05 DE	DE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	u
LP 6-761 DE NORD	DE	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	<i>Mla6, Mla14</i>
06060/73 DE POA 6230/02/2	PL	0	0	4	0	0	4	4	4	0	4	4	4	0	4	4	<i>mix</i>
SZD 4545	DE	0	2	4	0	4	0	0	4	4	0	2i4	0	3	0i4	0	brak
WID 909	PL	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	

c. d. Tabela 4

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Izolat — Isolate														Postulowany gen Postulated gene		
		24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48	50	51			
BE 200010170 DE	DE	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	<i>u</i>
BKH 3042	PL	4	4	2	0	0	2	2	0	0	4	2	4	3	2	4	<i>mix</i>	
BKH 3115	PL	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>		
DIE 11527.05 DE	DE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	brak		
LP 6-761 DE	DE	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	2	<i>u</i>		
NORD 06060/73 DE	DE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<i>u</i>		
POA 6230/02/2	PL	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>		
SZD 4545	DE	4	3	2	4	4	2	0	2	0	0	2	0	2	3	<i>mix</i>		
WID 909	PL	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	brak		

W odmianach jarych stwierdzono: gen *mlo* w 13 odmianach, *Ml 1-B-53* w dwóch, *Mla1* w dwóch, geny nieoznaczone (*u*) w dwóch i w dwóch odporność miała charakter heterogenny (tab. 5).

Tabela 5

**Reakcja odmian jęczmienia jarego przyjętych do badań w roku 2010 na zakażenie 29 izolatami
Blumeria graminis f. sp. *hordei***
Reaction of winter barley cultivars included to the registration trials in Poland in the year 2010 after
inoculation with 29 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Izolat — Isolate														Postulowany gen Postulated gene		
		1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20	21		24	
AC 04/588/131	DE	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0	0 (4)	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0 (4)	<i>mlo</i>
BKH 131-4890	PL	0	4	0 (4)	0	0 (4)	0 i 4	0	0	0	2	0	4	4	0	0 (4)	<i>mix</i>	
BKH 23/08	PL	0	4	0 (4)	0	0 (4)	4	0	0	0	2	0	0	0 i 4	0	0 (4)	<i>mix</i>	
CHD 144/02-4E	PL	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	4	0	0 (4)	<i>mlo</i>	
LP 07/33	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<i>1-B-53</i>	
MHR-PJ-0109	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>u</i>	
MHR-PJ-0209	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>u</i>	
MOB 6443/05	PL	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	<i>mlo</i>	
MOB 7765/05	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	<i>mlo</i>	
MOB 7783/05	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	<i>mlo</i>	
NORD 06/1108	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i>	
NORD 06/2402	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i>	
RAH 826/06	PL	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1</i>	
RAH 837/06	PL	0	1	0 (4)	0	0 (4)	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	1	0	0	0 (4)	<i>mlo</i>	
S. 16022	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i>	
STH 7509	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i>	
STH 7609	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	<i>mlo</i>	
STH 7709	PL	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1</i>	
STH 7809	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0 (4)	<i>mlo</i>	
Sunshine (1-B-53)	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>1-B-53</i>	
SZD 4748	DE	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	<i>mlo</i>	

c.d. Tabela 5

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Izolat — Isolate														Postulowany gen Postulated gene
		24R	25	26	27	28	30	34	38	39	48	50	51	123	130	
AC 04/588/131	DE	0	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
BKH 131-4890	PL	0 (4)	1	0	0	0	4	4	0 (4)	0	0	0	4	4	4	<i>mix</i>
BKH 23/08	PL	1	1	0	0	0	4	4	4	0	0 (4)	0	4	4	4	<i>mix</i>
CHD 144/02-4E	PL	0	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
LP 07/33	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0		<i>l-B-53</i>
MHR-PJ-0109	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>u</i>
MHR-PJ-0209	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>u</i>
MOB 6443/05	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	<i>mlo</i>
MOB 7765/05	PL	0	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
MOB 7783/05	PL	0 (4)	0	0 (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
NORD 06/1108	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
NORD 06/2402	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)		<i>mlo</i>
RAH 826/06	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	<i>Mla1</i>
RAH 837/06	PL	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0i4	0 (4)	1	<i>mlo</i>
S. 16022	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
STH 7509	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
STH 7609	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>
STH 7709	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	<i>Mla1</i>
STH 7809	PL	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	4	<i>mlo</i>
Sunshine (1-B-53)	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	<i>l-B-53</i>
SZD 4748	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (4)	0 (4)	0 (4)	<i>mlo</i>

DYSKUSJA

Intensyfikacja rolnictwa spowodowała ujednoczenie pod względem genetycznym uprawianych na dużych obszarach odmian oraz stosowanie wysokiego nawożenia azotem, co sprzyja szybkiemu rozprzestrzenianiu się chorób (Wolfe, 1984; Nieróbca i in., 2003). W celu ograniczenia strat w plonach często stosuje się fungicydy i to nie zawsze w odpowiednich dawkach (w zbyt dużych lub zbyt małych). Przyszłe technologie uprawy jęczmienia powinny uwzględniać w większym stopniu wymogi ograniczonego stosowania pestycydów i nawozów mineralnych. Istotnym elementem strategii rozwoju proekologicznego produkcji roślinnej jest hodowla odmian odpornych (Gulliano i Kuijpers, 1994; Czembor i Gacek, 1995; Jacobsen, 1997; McDonald i Linde, 2002).

Spośród 33 genów odporności na *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* wykorzystywanych powszechnie w hodowli jęczmienia w przeszłości, 28 jest ściśle ze sobą sprzężonych lub ma charakter alleliczny. Powoduje to, że są one mało efektywne w stosunku do aktualnego spektrum patogeniczności populacji mączniaka w Polsce (Jorgenson, 1994, Gacek i in., 2004; Czembor, 2008). Prezentowane w tej pracy wyniki wskazują na znaczący przyrost udziału w doświadczeniach rejestrowych odmian jęczmienia jarego o odporności uwarunkowanej genem *mlo* — 62% ocenianych odmian (tab. 5).

W celu zwiększenia trwałości odporności hodowcy dążą do większego zróżnicowania materiałów wyjściowych do hodowli, wprowadzania większej liczby genów odporności do stworzonych odmian oraz wykorzystania genów warunkujących częściową odporność.

W populacji mączniaka w Polsce występują z różnym nasileniem patotypy wirulentne w stosunku do większości genów obecnych w zarejestrowanych w Polsce odmianach za wyjątkiem genu *mlo* (Czembor i Czembor, 2004; Gacek i in., 2004). Odporność typu *Mlo* odgrywa bardzo ważną rolę w hodowli nowych odmian jęczmienia jarego w Europie, ponieważ jak dotąd nie stwierdzono w świecie występowania patotypów *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* wirulentnych w stosunku do genu *mlo* (Hovmoller i in., 2000; Czembor i Czembor 2001).

W zestawie badanych odmian jarych stwierdzono występowanie wcześniej nie notowanego w Polsce genu *MI* (1-B-53) warunkującego wysoką odporność na porażenie przez *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (tab. 4, 5). Gen *MI(SI-1)* i kilka innych pochodzących z *Hordeum spontaneum*: *Mlf*, *Mlt*, *MI(1-B-53)*, *MI(WI-1)* i *MI(WI-7)*, to nowe geny wprowadzone do hodowli niemieckiej w latach 90-tych, w stosunku, do których nie stwierdzono izolatów wirulentnych w populacji *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (Anonymous, 2010).

WNIOSEK

Kandydujące do rejestracji odmiany mają różne geny warunkujące odporność w stosunku do *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* i mogą być wykorzystane w tworzeniu strategii ochrony plantacji jęczmienia przed mączniakiem.

LITERATURA

- Anonymous 2010. Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste 2011, Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfruchte. Deutscher Landwirt. GmbH: 45 — 48.
- Brown J. K. M., Jorgensen J. H. 1991. A catalogue of mildew resistance genes in European barley varieties. In: Jorgensen J. H. ed., Integrated control of cereal mildews: Virulence patterns and their change. Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark: 263 — 286.
- Czembor H. J. 2008. Odporność na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) odmian jęczmienia włączanego do badań rejestrowych w Polsce w latach 2004–2006. Biul. IHAR 248: 33 — 42.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2001. Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998–2000 Polish registration trials. Plant Breeding and Seed Science 45 (1): 21 — 41.
- Czembor H.J., Czembor J. H. 2004. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) w Polsce w roku 2000. Biul. IHAR 233:107 — 115.
- Czembor H. J., Gacek E. 1990. Wybrane problemy hodowli odpornościowej zbóż na choroby. Biul. IHAR 173/174: 53 — 64.
- Czembor H. J., Gacek E. S. 1995. System for increasing durability of diseases resistance in cereals. In: Arseniuk E., Góral T., Czembor P. C. (eds), Plant Resistance to Diseases, Pests and Unfavourable Environmental Conditions. IHAR Radzików, Poland: 39 — 48.
- Finckh M. R., Gacek E. S., Czembor H. J., Wolfe M. S. 1999. Host frequency and density effects on powdery mildew and yield in mixtures of barley cultivars. Plant Pathol. 48: 807 — 816.
- Flor H. H. 1956. The complementary gene systems in flaxs and flaxs rust. Adv. Genet. 8: 29 — 54.

- Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC f.sp. *hordei* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. i Nasien. 34, 5/6: 3 — 48
- Gacek E., Biliński Z. R., Czembor H. J., Czembor J. H. 2004. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) w Polsce w latach 1993–1996. Biul. IHAR 231: 365 — 376.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. Biul. IHAR 200: 203 — 209.
- Gulliano M. L., Kuijpers L. A. M. 1994. Social and political implications of managing plant diseases with restricted fungicides in Europe. Annu. Rev. Phytopathol. 32: 559 — 579.
- Hovmoller M. S., Caffier V., Jalli M., Andersen O., Besenhofer G., Czembor J. H., Dreiseitel A., Flath K., Fleck A., Heinrics F., Jonsson R., Limpert E., Mercer P., Plesnik S., Rashal I., Skinnes H., Slater S., Vronska O. 2000. The European barley powdery mildew virulence survey and disease nursery 1993–1999. Agronomie 20 (7): 729 — 744.
- Jacobsen B. J. 1997. Role of plant pathology in integrated pest management. Annu. Rev. Phytopathol. 35: 373 — 391.
- Jorgensen J. H. 1994. Genetics of powdery mildew resistance in barley. Plant Sci. 13: 97 — 119.
- Kolster P., Munk L., Stolen O., Lohde J. 1986. Near-isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew. Crop Sci. 26: 903 — 907.
- Kozdój J., Mańkowski D., Czembor H. J. 2009. Analiza plonu jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) porażonego mączniakiem prawdziwym (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*). Komunikat. Biul. IHAR 254: 65 — 74.
- McDonald B., Linde C. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. Annual Review of Phytopathology. 40: 349 — 379.
- Nieróbca A., Horoszkiewicz-Janka J., Czembor J. H. 2003. Ochrona roślin — ważny element technologii uprawy zbóż w UE. Pamiętnik Puławski 132: 311 — 320.
- Pecio A., Bichoński A. 2003. Plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego w zależności od sposobu ochrony roślin przed chorobami. Biul. IHAR 230: 317 — 326.
- Siwiak J. 2010. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. 2010. COBORU. Z. 91: 7 — 16.
- Siwiak J. 2010. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare, 2009. COBORU, Słupia Wielka Z. 87: 7 — 24.
- Wolfe M. S. 1984. Trying to understand and control powdery mildew. Plant Pathol. 33: 451 — 466.
- Wolfe M. S., McDermott. 1994. Population genetics of plant pathogen interactions: the example of the *Erysiphe graminis* — *Hordeum vulgare* pathosystem. Ann. Rev. Phytopath. 32:89 — 113.