

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

Pracownia Genetyki Stosowanej

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy, Radzików

## Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w latach 2007–2009\*

### Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) of barley cultivars included in the registration trials in Poland in the years 2007–2009

Określono uwarunkowania genetyczne odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) u 28 odmian jęczmienia ozimego i 62 odmian jęczmienia jarego, które zostały włączone do badań rejestrowych w Polsce w latach 2007–2009. U odmian ozimych stwierdzono występowanie jednego lub więcej genów odporności związanych z *locus* Mla6, Mla14, Mla7, Mla12, MI(St1), Mlg, MIG2, Mlh oraz Mlk. W odmianach jarych stwierdzono obecność genów Mla1, Mla3, Mla7, Mla9, Mlg, MI(St1), MI(Ab), MI(IM9), MI(Ru3), MIG2 oraz *mlo*. W 13 odmianach ozimych oraz 18 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 26 odmian o bliżej nieokreślonych genach.

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

Genetic resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) of 28 winter barley cultivars and 62 spring barley cultivars included in the registration trials in Poland in the years 2007–2009 was investigated. Winter cultivars have one or more genes for resistance in loci Mla6, Mla7, Mla12, Mla14, MI(St1), Mlg, MIG2, Mlh and Mlk. In the spring cultivars the presence of the following genes was detected: Mla1, Mla3, Mla7, Mla9, Mlg, MI(St1), MI(Ab), MI(IM9), MI(Ru3), MIG2 and *mlo*. In 13 winter cultivars and 18 spring cultivars the resistance was determined by unidentified genes. Based on the results obtained it was possible to conclude that only cultivars with gene *mlo* and 26 cultivars with unidentified genes have a high level of resistance to the population of *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* occurring in Poland.

\* Praca częściowo dofinansowana i zrealizowana w ramach programu wieloletniego MRi RW, zadanie 6.7

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

## WSTĘP

Mączniak prawdziwy powodowany przez grzyba *Blumeria graminis* D.C. f.sp. *hordei* (Marchal) to jedna z ważniejszych chorób liści jęczmienia w Polsce. W każdym roku występuje ona z różnym nasileniem na terenie całego kraju powodując straty w plonach (Gacek i in., 1996). W sprzyjających warunkach dla rozwoju grzyba straty w plonie ziarna mogą sięgać 25% natomiast przeciętnie wynoszą ok. 10% (Atzema, 1998; 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 produkcji 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 zróżnicowanie jej pod względem genetycznego 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 oraz 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 latach 2007–2009, aby mogły być uwzględniane przy podejmowaniu decyzji o wprowadzeniu tych odmian do produkcji.

## MATERIAŁ I METODY

### **Odmiany jęczmienia**

W badaniach uwzględniono 28 odmian jęczmienia ozimego (tab. 1) i 62 odmiany jęczmienia jarego przyjętych do badań rejestrowych na lata 2007–2009 przez Centralny Ośrodek Badania Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej (COBORU) (tab. 2). Nasiona otrzymano od hodowców poszczególnych odmian.

Tabela 1

**Lista odmian jęczmienia ozimego włączona do badań COBORU w latach 2007–2009**  
**List of winter barley cultivars included to COBORU registration trials in 2007–2009**

Odmiana — Cultivar	Kraj pochodzenia — Origin	Hodowca — Breeder
Włączone do badań w roku 2007 — Included to trials in 2007		
AC 99/078/23 Metaxa	DE	Eckermann Saatucht
LEU 5021	DE	Deutsche Saatverdelung
LP 6-342	DE	KWS Lochow
Natival	BE	S.A.V. Jorion
NORD 02611/1 Merle	DE	Nordsaat Saatucht
POA 4776/98/4	PL	HR Szelejewo
Włączone do badań w roku 2008 — Included to trials in 2008		
BE 162203	DE	Borries-Eckendorf
LP 6-552	DE	KWS Lochow
NORD 020610/24	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 03006/2	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 03025/3	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 03025/6	DE	Nordsaat Saatucht
P 34.3	BE	S.A.V. Jorion and Fils
PAJ 602-503	DK	Nordic Seed
Włączone do badań w roku 2009 — Included to trials in 2009		
AC 01/320/21	DE	Eckermann Saatsucht
BKH 1064	PL	HR Smolice
BKH 1081	PL	HR Smolice
LEU 64016	DE	Deutsche Saatverdelung
LP 6-728	DE	KWS Lochow
LP 6-760	DE	KWS Lochow
NORD 02611/33	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 04002/8	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 05023/26	DE	Nordsaat Saatucht
NORD 05116/9	DE	Nordsaat Saatucht
PAJ 603-190	DK	Nordic Seed
POA 5255/99/4	PL	HR Danko
POA 6094/02/2	PL	HR Danko
3429 GH1	FR	Secobra Recherches

(Najewski, 2007,a; Najewski, 2008; Siwiak, 2009 a)

Tabela 2

**Lista odmian jęczmienia jarego włączonych do badań COBORU w latach 2007–2009**  
**List of spring barley cultivars included to COBORU registration trials in 2007–2009**

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Hodowca Breeder	Odmiana Cultivar	Kraj Country	Hodowca Breeder	Odmiana Cultivar	Kraj Country	Hodowca Breeder
włączone do badań w roku 2007 included to trials in 2007			włączone do badań w roku 2008 included to trials in 2008			włączone do badań w roku 2009 included to trials in 2009		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
AC 99373/19	DE	Ackermann Saatucht	BKH 5027 Bordo	PL	HR Smolice	CHD 9/02-3	PL	DANKO
BKH 105	PL	HR Smolice	BKH 5044	PL	HR Smolice	BKH 5069	PL	HR Smolice
BKH 134	PL	HR Smolice	BKH 5732	PL	HR Smolice	BKH 5734	PL	HR Smolice
CSBC 5370-14	FR	Serasem	CSBC 5705.4	FR	Serasem	Claire (NORD 05/2435)	DE	Serasem
CSBC 5466-27	FR	Serasem	CSBC 6001.9	FR	Serasem	CSBC 6747-22	FR	Serasem
LP 1159.3.03	DE	KWS	HE 9536	CZ	Plant Select	MOB 11582/04	PL	HR Szelejewo
Conchita	DE	Lochow						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
LP 1426.1.02	DE	KWS Lochow	HE 9901	CZ	Plant Select	PF 12079-51	DK	Pajbjerg
LP 1457.2.03 Victoriana	DE	KWS Lochow	Ingmar	DE	Nordsaat	RAH 1012/05	PL	Plant Select
LP 1457.5.03	DE	KWS Lochow	LP 1057.6.04 Aliciana	DE	KWS Lochow	SJ 071008	DK	Sejet Plantbreeding
MOB 6957/03	PL	HR Szelejewo	LP 1113.2.05	DE	KWS Lochow	SJ 071152	DK	Sejet Plantbreeding
MOB 6964/03	PL	HR Szelejewo	LP 1233.6.04 Olof	DE	KWS Lochow	STH 7108	PL	HR Strzelce
MOB 9754/03	PL	HR Szelejewo	MOB 7783/05	PL	HR Szelejewo	STH 7208	PL	HR Strzelce
PF 19234-53	DK	Pajbjerg	NORD 04/2311 Henrike	DE	Nordsaat	STH 7308	PL	HR Strzelce
POB 1447/02	PL	MHR HBP	POB 12197/01	PL	MHR HBP	STH 7408	PL	HR Strzelce
POB 2367/02 Atico	PL	MHR HBP	POB 5800/03	PL	MHR HBP	Stine (Hadm.19920)	DE	SW Seed Hadm.
RAH 319/03	PL	HR Smolice	POB 7299/03	PL	MHR HBP			
RAH 730/03 Rufus	PL	HR Smolice	RAH 2436/04	PL	HR Smolice			
RAH 897/03	PL	HR Smolice	SJ 044363	DK	Sejet Plantbreeding			
RAH 989/03	PL	HR Smolice	SJ 056045 Afrodite	DK	Sejet Plantbreeding			
STH 6406	PL	HR Strzelce	SJ 067063	DK	Sejet Plantbreeding			
STH 6506 Kormoran	PL	HR Strzelce	STH 6807 Suworen	PL	HR Strzelce			
STH 6606 Skald	PL	HR Strzelce	STH 6907	PL	HR Strzelce			
STH 6706	PL	HR Strzelce	STH 7007	PL	HR Strzelce			
SZDO 2111 D	AT	Saatzucht Donau						

(Najewski, 2007 b; Siwiak i Najewski, 2008; Siwiak, 2009 b)

### Izolaty różnicujące

W badaniach wykorzystano 27 izolatów *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* z kolekcji Pracowni Genetyki Stosowanej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (IHAR). Wybrane izolaty przechowywano i 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 innymi genami od obecnych w serii Pallas (tab. 3).

### Ocena odporności

Badania prowadzono w szklarni IHAR w Radzikowie w okresie od października 2008 do kwietnia 2010. Reakcję badanych odmian na zakażenie poszczególnymi izolatami *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* oceniano na kilkunastu siewkach w stadium pierwszego liścia. Odmiana Manchurian, w której nie stwierdzono żadnych genów odporności została wykorzystana jako odmiana kontrolna. Siewki testowanych roślin uprawiano w warunkach niezbędnego sztucznego doświetlania dla szesnastogodzinnego dnia 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) charakteryzujący 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*.

### 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.

Tabela 3

**Reakcja odmian różnicujących jęczmień na zakażenie 27 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***  
**Reaction of differential set of barley varieties after inoculation with 27 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	
Pallas	Mla8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
P01	Mla1	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P02	Mla3	0	0	0	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4	
P03	Mla6, Ml a14	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4	0	4	
P04	Mla7, Ml lk	4	4	0	4	0	0	1	0	4	0	2	2	2	1	
P04	Mla7, ?	4	4	2	4	0	0	0	0	4	4	4	4	4	1	
P06	Mla7, Ml LG2	4	4	2	4	0	4	0	0	4	2	4	4	1	0	
P07	Mla9, Mllk	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	
P08	Mla9, Mllk	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	
P08	Mla9	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	
P09	Mla10, MIDu2	4	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	4	0	
P10	Mla12	0	4	0	4	0	4	0	0	4	4	2	4	0	0	
P11	Mla13, MIRu3	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	
P12	Mla22	4	0	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	
P13	Mla23	4	1	2	4	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	
P14	Mlra	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
P15	MIRu2	2	4	4	4	2	4	2	4	2	2	4	4	4	4	
P17	Mllk	4	4	2	2	0	2	2	2	4	0	2	2	2	2	
P18	Mlnn	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	
P19	Mlp	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	0	
P20	Mlat	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	
P21	Mlg	4	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	
P22	Mlo	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)	
P23	Mlla	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
P24	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	
Benedicte	Mla9, MIIM9	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lenka	Mla13, MIAb	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	
Gunar	Mla3, MITu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Steffi	MlSt1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Kredit	MIKr	4	4	2	0	4	1	0	0	3	0	4	4	2	0	
Jarek	Ml1192, ?	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	
Trumph	Mla7, MIAb	4	0	4	4	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	
Borwina	Ml(Bw)	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2	4	4	4	2	
Peggy	Ml(SI-1)	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	

Odmiana Cultivar	Gen Gene	Izola Isolate												
		24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48
Pallas	Mla8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P01	Mla1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
P02	Mla3	0	4	0	0	0	0	4	0	1	0	0	4	0
P03	Mla6, Ml a14	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4
P04	Mla7, Ml lk	0	2	4	0	0	0	4	1	2	0	4	2	0
P04	Mla7, ?	0	4	4	0	2	0	4	1	4	0	4	2	0
P06	Mla7, Ml LG2	0	4	4	0	0	0	2	0	4	0	4	2	0
P07	Mla9, Mllk	2	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
P08	Mla9, Mllk	2	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
P08	Mla9	0	0	4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
P09	Mla10, MIDu2	0	0	4	4	4	4	4	4	0	1	4	0	0
P10	Mla12	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0
P11	Mla13, MIRu3	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
P12	Mla22	4	4	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4
P13	Mla23	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	4
P14	Mlra	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P15	MIRu2	2	4	4	2	2	2	4	2	4	2	4	4	4
P17	Mllk	2	1	4	4	0	1	2	2	1	0	4	2	0
P18	Mlnn	4	2	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	4
P19	Mlp	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P20	Mlat	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2
P21	Mlg	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
P22	Mlo	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	MILa	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P24	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	2	4	0	4	4	4
Benedicte	Mla9, MIIM9	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0
Lenka	Mla13, MIAb	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Gunar	Mla3, MITu2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steffi	MlSt1	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Kredit	MlKr	0	2	4	4	0	0	4	0	4	0	2	2	0
Jarek	Ml1192, ?	4	4	4	2	2	4	2	2	4	4	4	2	4
Trumph	Mla7, MIAb	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Borwina	Ml(Bw)	2	4	4	2	1	2	2	2	4	2	2	4	3
Peggy	Ml(SI-1)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Manchurian		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Dalsze postępowanie polegało na określeniu obecności możliwych genów odporności zgodnych z hipotezą genu dla genu. W przypadku, kiedy obserwowano porównywalną reakcję (ocena 3 i 4) na zakażenie danym izolatem można było przyjąć, 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).

**Reakcja odmian jęczmienia ozimego przyjętych do badań w latach 2007–2009 na zakażenie 27 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***  
**Reaction of winter barley varieties included in the registration trials in Poland in the years 2007–2009 after inoculation with 27 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Postulowany gen Postulated gene	Izolat Isolate															
			1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20			
1	2	3	4															
			Rok Year 2007															
AC 99/078/23 Metaxa	DE	Mla6,Mla14	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	4	4	4	0		
LEU 5021	DE	U	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	4	4	0			
LP 6-342	DE	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4			
Natival	BE	Mlh+?	4	4	4	0	2	4	2	0	4	4	4	4	2			
NORD 02611/1 Merle	DE	U	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
POA 4776/98/4	PL	U	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	4	2	0			
			Rok Year 2008															
BE 162203	DE	Mla12+?	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0			
LP 6-552	DE	Mlg,Mla7	2	4	2	0	1	1	1	0	0	0	4	4	0			
NORD 020610/24	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
NORD 03006/2	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
NORD 03025/3 Suleyka	DE	U	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
NORD 03025/6	DE	U	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0			
P 34.3	BE	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4			
PAJ 602-503	DK	Mla6,Mla14+?	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4	2	0			
			Rok Year 2009															
AC 01/320/21	DE	Brak	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
BKH 1064	PL	U	0	1	0	0	0	0	4	0	1	0	2	1	0			
BKH 1081	PL	Mla6+?	0	0	0	0	0	0	4	1	0	4	2	1	0			
LEU 64016)	DE	Mla7,MIG2,+ ?	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0			
LP 6-728 DE	DE	U	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0			
LP 6-760 DE	DE	Mla6,Mla14	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	2	2	0			
NORD 02611/33	DE	U	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
NORD 04002/8	DE	U	0	1	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0			
NORD 05023/26	DE	U	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
NORD 05116/9	DE	U	0	1	2	1	2	0	2	0	1	0	0	0	2			
PAJ 603-190	DK	Ml(St1), l(St2)	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0			
POA 5255/99/4	PL	Mla7, MILG2, Mlk	4	4	2	0	1	4	0	0	4	0	4	4	0			
POA 6094/02/2	PL	Mla6,Mla14+?	0	0	2	0	0	0	4	0	0	4	2	2	0			
3429 GH1	FR	Ml(St1), l(St2)	2	4	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	0			
1	2	3	4															
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48		
			Rok Year 2007															
AC 99/078/23 Metaxa	DE	Mla6,Mla14	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4			
LEU 5021	DE	U	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4			
LP 6-342	DE	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4			
Natival	BE	Mlh+?	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	2			
NORD 02611/1 Merle	DE	U	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0			
POA 4776/98/4	PL	U	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4			

1	2	3	4													
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48
			Rok													
			Year 2008													
BE 162203	DE	Mla12+?	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	0
LP 6-552	DE	Mlg,Mla7	1	1	4	4	1	1	2	4	0	4	1	4	0	2
NORD 020610/24	DE	U	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NORD 03006/2	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NORD 03025/3 Suleyka	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NORD 03025/6	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 34.3	BE	Mlh	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	1	4	4	4
PAJ 602-503	DK	Mla6,Mla14+?	4	1	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	4
			Rok													
			Year 2009													
AC 01/320/21	DE	Brak	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
BKH 1064	PL	U	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0
BKH 1081	PL	Mla6+?	4	0	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	4	4
LEU 64016)	DE	Mla7,MIG2,+?	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
LP 6-728 DE	DE	U	1	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	4
LP 6-760 DE	DE	Mla6,Mla14	4	2	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	4	4
NORD 02611/33	DE	U	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NORD 04002/8	DE	U	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2
NORD 05023/26	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
NORD 05116/9	DE	U	2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	2
PAJ 603-190	DK	Ml(St1), l(St2)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
POA 5255/99/4	PL	Mla7, MILG2, Mlk	1	0	4	4	0	0	2	3	0	4	0	4	2	2
POA 6094/02/2	PL	Mla6,Mla14+?	4	1	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	4	4
3429 GH1	FR	Ml(St1), l(St2)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0

## WYNIKI

Na podstawie reakcji siewek na zakażenie wybranymi izolatami *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* stwierdzono występowanie jednego genu odporności w 28 badanych odmianach jęczmienia ozimego, dwóch genów w 8 odmianach trzech genów w 4 odmianach. Jedna odmiana jęczmienia ozimego była podatna na wszystkie znane patotypy *B. graminis* f.sp. *hordei* występujące w Polsce. Odporność odmian ozimych może być uwarunkowana pojedynczym znanym genem głównym *Mlh*, dwoma znanymi genami występującymi łącznie, odpowiednio: *Mla6+Mla14*, *Mlg+Mla7*, *Ml(St1)+ Ml(St2)*. Znane geny *Mlh*, *Mla12* i *Mla6* występowały jednocześnie z genami niezidentyfikowanymi. Odporność jednej odmiany POA 5255/99/4 uwarunkowana była trzema genami odporności. Nie stwierdzono obecności żadnego genu odporności w jednej odmianie AC 01/320/21. Dla trzynastu ocenianych odmian ozimych, w tym dziewięciu odpornych na wszystkie użyte w badaniach izolaty i czterech o różnej reakcji na poszczególne izolaty, nie można było stwierdzić obecności znanych genów odporności. Odporność tych odmian oznaczono wg nomenklatury niemieckiej (Anonymous, 2010) symbolem „U”, tj., jako nieokreśloną.



Reakcja odmian jęczmienia jarego przyjętych do badań w roku 2007 na zakażenie 27 izolatami  
*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Reaction of winter barley varieties included in the registration trials in Poland in 2007 after inoculation  
with 27 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Postulowany gen Postulated gene	Izolat Isolate															
			4															
1	2	3	1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20			
AC 99373/19	DE	mlo	0	0(4)	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
BKH 105	PL	heterogenny	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	4	0	0	0	0	0	4			
BKH 134	PL	Mla7 MILG2	4	4	0	4	0	4	3	0	4	0	4	4	0			
CSBC 5370-14	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CSBC 5466-27	FR	mlo	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0(4)			
LP 1159.3.03 Conchita	DE	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0			
LP 1426.1.02	DE	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
LP 1457.2.03 Victoriana	DE	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	3	0	0	0	0(4)	0	0			
LP 1457.5.03	DE	mlo	0(4)	0(4)	0	0	0	0	3	0	0	0	0(4)	0	0(4)			
MOB 6957/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MOB 6964/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MOB 9754/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PF 19234-53	DK	mlo	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
POB 1447/02	PL	Mla12	0	4	0	4	0	4	0	0	0	4	4	0	4			
POB 2367/02 Atico	PL	Mla3 +?	0	2	0	4	0	2	0	0	0	2	0	0	2			
RAH 319/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
RAH 730/03 Rufus	PL	mlo	0(4)	0(4)	0	0/4	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0			
RAH 897/03	PL	mlo	0(4)	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
RAH 989/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
STH 6406	PL	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
STH 6506 Kormoran	PL	mlo	0	0(4)	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0			
STH 6606 Skald	PL	heterogenny	0	4	0	0(4)	0	0(4)	4	0	0	2	0	0	4			
STH 6706	PL	heterogenny	4	2	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	4	0	0			
SZDO 2111 D	AT	Ml(St1)	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

  

1	2	3	4															
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48		
AC 99373/19	DE	mlo	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0		
BKH 105	PL	Heterogenny	0	0	0	0	0	0	0(4)	4	0	0	0(4)	0	0(4)	0		
BKH 134	PL	Mla7 MILG2	0	0	4	4	0	0	2	4	0	4	0	4	2	0		
CSBC 5370-14	FR	mlo	0	0	0	0	0/4	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0		
CSBC 5466-27	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0		

c. d. Tabela 5

1	2	3	4													
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48
LP 1159.3.03 Conchita	DE	mlo	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	
LP 1426.1.02	DE	mlo	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	0	
LP 1457.2.03 Victoriana	DE	mlo	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0(4)	0(4)	0	0	0	0(4)	
LP 1457.5.03	DE	mlo	0(4)	0	0(4)	0	0	0	0(4)	0(4)	0(4)	0	0	0	0(4)	
MOB 6957/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOB 6964/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOB 9754/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PF 19234-53	DK	mlo	4	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	
POB 1447/02	PL	Mla12	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	
POB 2367/02 Atico	PL	Mla3 +?	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	4	
RAH 319/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RAH 730/03 Rufus	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	0	0(4)	
RAH 897/03	PL	mlo	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0(4)	0(4)	
RAH 989/03	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
STH 6406	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0(4)	0	0(4)	
STH 6506 Kormoran	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0/4	0(4)	0(4)	0	0/4/	0	0(4)	
STH 6606 Skald	PL	heterogenny	0	0	0	0	0	0	4	0(4)i4	0i4	0	0(4)i4	0	0i4	
STH 6706	PL	heterogenny	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	
SZDO 2111 D	AT	Ml(St1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabela 6

**Reakcja odmian jęczmienia jarego przyjętych do badań w roku 2008 na zakażenie 27 izolatami  
*Blumeria graminis* f. sp. *hordei***  
**Reaction of winter barley varieties included in the registration trials in Poland in 2008 after inoculation  
with 27 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Postulowany gen Postulated gene	Izolat Isolate													
			4													
1	2	3	1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20	
BKH 5027 Bordo	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BKH 5044	PL	heterogenny	0	0(4)i4	0(4)i4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BKH 5732	PL	Mla9,Ml(IM9)	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CSBC 5705.4	FR	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CSBC 6001.9	FR	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HE 9536	CZ	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HE 9901	CZ	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ingmar	DE	mlo	0	0(4)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
LP 1057.6.04 Alicjana	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LP 1113.2.05	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LP 1233.6.04 Olof	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

c. d. Tabela 6

1	2	3	4														
			1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20		
MOB 7783/05	PL	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NORD 04/2311 Henrike	DE	1-B-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POB 12197/01	PL	Mla1	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POB 5800/03	PL	Mla9,Mi(IM9)	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POB 7299/03	PL	Mla1	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RAH 2436/04	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 044363	DK	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)
SJ 056045 DK Afrodite	DK	mlo	0	0	0	0	0	0(4)	3	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 067063 DK	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 6807 PL Suweren	PL	Mi(St1)	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 6907 PL	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 7007 PL	PL	Mla13,Mi(Ab), Mlg	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

1	2	3	4														
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48	
BKH 5027 Bordo	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BKH 5044	PL	heterogenny	0	0	0	0	0	0	0	0i4	0	0	0	0	0	0	0
BKH 5732	PL	Mla9,Mi(IM9)	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0
CSBC 5705.4	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSBC 6001.9	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HE 9536	CZ	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HE 9901	CZ	U	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0
Ingmar	DE	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0
LP 1057.6.04 Alicjana	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP 1113.2.05	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP 1233.6.04 Olof	DE	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOB 7783/05	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NORD 04/2311 Henrike	DE	1-B-53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POB 12197/01	PL	Mla1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
POB 5800/03	PL	Mla9,Mi(IM9)	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0
POB 7299/03	PL	Mla1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
RAH 2436/04	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 044363	DK	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 056045 DK Afrodite	DK	mlo	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 067063 DK	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 6807 PL Suweren	PL	Mi(St1)	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
STH 6907 PL	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 7007 PL	PL	Mla13,Mi(Ab), Mlg	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0

Na podstawie ocen odporności 62 badanych odmian jęczmienia jarego wykazano, że jest ona uwarunkowana 1 genem (38 odmian), 2 genami (5 odmian), 3 genami (1 odmiana).

Heterogenne uwarunkowanie odporności na użyte w badaniach izolaty *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* stwierdzono w 5 odmianach (tab. 5, 6, 7). W badanych odmianach jęczmienia jarego stwierdzono funkcjonowanie czternastu różnych genów, które są obecne pojedynczo, podwójnie lub potrójnie w różnych kombinacjach (tab. 5, 6, 7). Gen recesywny *mlo* występował w dwudziestu sześciu odmianach; Mla1 w trzech; Mla9, Mla13, Ml(IM9), Ml(St1) w dwóch; Mla3, Mla7, Mla 12, Ml(Ab), Mlg, Ml(Ru3), Ml(LG2), Ml(St1) w jednej; Mla3, Mla9, MlLa, Mlk, Ml(SI-1) w dwóch; Mla7 w jednej.. Dla osiemnastu ocenianych odmian jarych, w tym siedemnastu odpornych na wszystkie użyte w badaniach izolaty i jednej o różnej reakcji na poszczególne izolaty, nie można było stwierdzić obecności znanych genów. Odporność tych odmian oznaczono wg nomenklatury niemieckiej (Anonymous, 2010 a) symbolem „U”, tj., jako nieokreślona.

Tabela 7

**Reakcja odmian jęczmienia jarego przyjętych do badań w roku 2009 na zakażenie 27 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***  
**Reaction of winter barley varieties included in the registration trials in Poland in 2009 after inoculation with 27 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei***

Odmiana Cultivar	Kraj Country	Postulowany gen Postulated gene	Izolat Isolate													
			4													
1	2	3	1	3	4	6	8	9	11	12	13	17	18	19	20	
CHD 9/02-3	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	
BKH 5069	PL	mlo	0	0/4	0	0	0	0/4	0	0(4)	0	0	0	0	0/4	
BKH 5734	PL	mlo	0	0	0	0	0	0/4	0	0(4)	0	0	0	0	0/4	
Claire (NORD 05/2435)	DE	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	
CSBC 6747-22	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	
MOB 11582/04	PL	Mla13, MIRu3	4	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	0	
PF 12079-51	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RAH 1012/05	PL	mlo	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SJ 071008	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SJ 071152	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
STH 7108	PL	mlo	0	0	0	0/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
STH 7208	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
STH 7308	PL	mlo	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	
STH 7408	PL	Mla1	0	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stine (Hadm.19920)	DE	heterogeny	0(4)i2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)i4	0i4	0	

  

1	2	3	4													
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48
CHD 9/02-3	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BKH 5069	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0/4	0	0	0	0/4	0
BKH 5734	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0/4	0/4	0/4	0	0	0/4	0
Claire (NORD 05/2435)	DE	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CSBC 6747-22	FR	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4													
			21	24	24R	25	26	27	28	29	30	34	38	39	40	48
MOB 11582/04	PL	Mla13, MIRu3	0	0	0	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0
PF 12079-51	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RAH 1012/05	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 071008	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SJ 071152	DK	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 7108	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0
STH 7208	PL	U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 7308	PL	mlo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STH 7408	PL	Mla1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Stine (Hadm.19920)	DE	heterogenny	0	0	0	0	4	0	0	0(4)	0	0(4)	0	0	0	0

## 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. 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 — 42% ocenianych odmian (tab. 5, 6 i 7). W porównaniu do lat wcześniejszych, przeważały odmiany z genami z serii alleli Mla (Czembor, 2004, 2005).

Nadal dominująca grupa genów allelicznych, a dotyczy to przede wszystkim *locus* Mla, stanowi poważne ograniczenie w łączeniu ich w jednym genomie nowych odmian. Jak dotąd, wszystkie geny związane z *locus* Mla po wprowadzeniu do nowych odmian, sukcesywnie po jakimś czasie przestają być efektywne, ponieważ w populacji *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* pojawiają się patotypy wirulentne w stosunku do tych genów (Czembor, 1976; Wolfe i Schwarzbach, 1978; Czembor, 1981; Gacek i Czembor, 1988; Czembor i Czembor, 1998; Hovmoller i in., 2000; Czembor i Czembor, 2004). 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). Odporność warunkowana genem *mlo* jest unikalną, monogeniczną i rasowo niespecyficzną odpornością. U pierwszych odmian komercyjnych z genem *mlo* występował dość duży efekt plejotropowego działania tego genu objawiający się nekrotyczną plamistością liści. Cechę tą stosunkowo szybko wyeliminowano w procesie selekcji i obecnie obserwuje się intensywny wzrost wykorzystywania tego typu odporności w polskiej i europejskiej hodowli. W ostatnich kilku latach w krajach UE w produkcji jest od 20–30% odmian jęczmienia jarego z genem *mlo* (Piffanelli i in., 2004, Anonymous, 2010 a). W Polsce, w roku 2010 na liście odmian roślin rolniczych znajduje się 55 odmian jęczmienia jarego, w tym 21 z genem *mlo* (Anonymous, 2010 b).

Zarówno w zestawie badanych odmian jarych, jak i ozimych stwierdzono występowanie wcześniej nie notowanego w Polsce genu Ml(SI-1) warunkującego wysoką odporność na porażenie przez *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (tab. 4, 5, 6 i 7). Gen Ml(SI-1) i kilka innych pochodzących z *Hordeum spontaneum*: Mlf, Mlt, Ml(1-B-53), Ml(WI-1) i Ml(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 a).

#### WNIOSKI

1. 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 a. Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste 2010, Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte. Deutscher Landwirt. GmbH, p.: 45 — 47.
- Anonymous 2010 b. Lista Odmian Roślin Rolniczych. COBORU, Słupia Wielka, 36/2010: 19 — 42.
- Atzema J. L. 1998. Durability of Mlo resistance in barley against powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. Ph. D. thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland.
- 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, pp: 263 — 286.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniaka jęczmienia *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. Biul. IHAR t. 20, z. 5: 466 — 490.
- Czembor H. J. 1981. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* DC ex Merat f.sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1975-1979. Biul. IHAR t. 25, z. 5/6: 215 — 226.
- Czembor H.J. 2004. Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku. Biul. IHAR 233:117 — 125.

- Czembor H.J. 2005. Odporność odmian jęczmienia włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2003 roku na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*). Biul. IHAR 235:181 — 189.
- Czembor H. J. 2008. Odporność na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) odmian jęczmienia włączonych do badań rejestrowych w Polsce w latach 2004 – 2006. Biul. IHAR 248: 33 — 42.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1998. Powdery mildew resistance in cultivars of spring barley from Polish Register. Plant Breeding and Seed Science 42 (2): 87 — 99.
- 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, pp.: 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 genes systems in flax and flax 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., 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. 1988. Analiza ilościowa struktury populacji mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*). Biul. IHAR 167: 13 — 19.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszkankach 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 Science 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.
- Najewski A. 2007 a. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. 2007. COBORU. Z. 64: 62 — 75.
- Najewski A. 2007 b. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare, 2007. COBORU. Z. 58: 22 — 38.
- Najewski A. 2008. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. 2008. COBORU. Z. 74: 7 — 11.
- Siwiak J. 2009 a. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. 2009. COBORU. Z. 83: 7 — 19.
- Siwiak J., Najewski A. 2008. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare, 2008. COBORU. Z. 67: 24 — 41.

- Siwiak J. 2009b. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare, 2009. COBORU. Z. 78: 7 — 24.
- 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.
- Piffanelli P., Ramsay L., Waugh R., Benabdelmouna A., D'Hont A., Hollricher K., Jørgen Helms Jørgensen J. H., Schulze-Lefert P., Panstruga R. 2004. A barley cultivation-associated polymorphism conveys resistance to powdery mildew. Nature 430: 887 — 891.
- 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.
- Wolfe M. S., Schwarzbach E. 1978. The recent history of the evolution of barley powdery mildew in Europe. In: The powdery mildews. Spencer D. M., Academic Press, London, New York and San Francisco: 129 — 157.