

HENRYK J. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Odporność odmian jęczmienia włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2003 roku na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) Komunikat

**Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in barley cultivars
included in 2003 to registration trials in Poland
Short communication**

Określono genetyczne uwarunkowania odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) dla 10 odmian jęczmienia ozimego i 12 odmian jęczmienia jarego włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2003 roku. Badane odmiany ozime mają jeden lub więcej genów odporności związanych z locus *Mlra*, *Mla6*, *Mla14* i *MI(St)*. U odmian jarych stwierdzono obecność genów *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *Mlk*, *MI(St)* i *mlo* oraz dwa geny bliżej nieokreślone. Na populację mączniaka występującą w Polsce odporne są tylko odmiany z genem *mlo*.

Słowa kluczowe: jęczmień, mączniak prawdziwy, odporność odmian

Genetic resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) of 10 winter barley cultivars and 12 spring barley cultivars from Polish Registration trials 2003 is presented. All winter cultivars have one or more genes for resistance in loci *Mlra*, *Mla6*, *Mla14*, and *MI(St)*. Ten different resistance genes: *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *Mlk*, *MI(St)* and *mlo*, as well as two unknown genes were detected in spring cultivars. Only cultivars with gene *mlo* show a high level of resistance to powdery mildew in Poland.

Key words: barley, powdery mildew, resistance of cultivars

WPROWADZENIE

Mączniak prawdziwy powodowany przez *Blumeria graminis* D.C. f.sp. *hordei* (Marchal) jest jedną z ważniejszych chorób liści jęczmienia w Polsce. Choroba występuje z różnym nasileniem co roku w całym kraju powodując straty w plonach (Gacek i in., 1996). W sprzyjających warunkach dla rozwoju tej choroby straty

w plonie ziarna mogą sięgać 25%, przeciętnie wynoszą ok. 10% (Zwatz, 1987; Atzema, 1998). 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 i 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 możliwe ich zróżnicowanie pod względem genetycznego uwarunkowania jest jednym z ważniejszych elementów nowoczesnej proekologicznej produkcji roślinnej. Znajomość genów odporności funkcjonujących w uprawianych odmianach jest konieczna do interpretacji współdziałania między populacją patogena a jego gospodarzem. 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 u nowych odmian jęczmienia przyjętych do badań rejestrowych w Polsce na 2003 rok, tak aby w momencie wprowadzania ich do produkcji nowo zarejestrowanych odmian znane było ich spektrum odporności na mączniaka.

MATERIAŁ I METODY

Odmiany jęczmienia

Do badań wzięto 10 odmian jęczmienia ozimego (tab. 1) i 12 jarego (tab. 2) przyjętych do badań rejestrowych w 2003 roku przez Centralny Ośrodek Badania Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej (COBORU). Nasiona do badań otrzymano od hodowców poszczególnych odmian.

Tabela 1

Lista odmian jęczmienia ozimego włączona do badań COBORU w 2003 roku (Najewski, 2004)
List of winter barley cultivars included in 2003 to COBORU registration trials (Najewski, 2004)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
BKH 2702	PL	HR Smolice
BKH 2802	PL	HR Smolice
KRC 402	PL	PHR Tulce
POA 2502	PL	HR Szelejewo
CE 4-13903.97	DE	Erhard Eger, Carsten
LEU 0036	DE	Deutsche Saatveredelung
LP 6-054	DE	Lochow-Petkus
NORD 96505/25	DE	Nordsaat Saatzeitgesellschaft
CWB 00/10	GB	Monsanto
CWB 00/21	GB	Monsanto

Tabela 2

Lista odmian jęczmienia jarego włączona do badań COBORU w 2003 roku (Najewski, 2003)
List of spring barley cultivars included in 2003 to COBORU registration trials (Najewski, 2003)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
BKH 4502	PL	HR Smolice
NAD 3302	PL	HR Szelejewo
NAD 3402	PL	PHR Tulce
RAH 3602	PL	HR Smolice
STH 4402	PL	HR Strzelce
STH 4502	PL	HR Strzelce
STH 4602	PL	HR Strzelce
STH 4702	PL	HR Strzelce
SJ 997195 (Sebastian)	DK	Sejet
CSBC 1838-44	GB	Monsanto
CSBC 1838-12-18-2	GB	Monsanto
LP 813.6.98	DE	Lochow-Petkus

Izolaty różnicujące

W badaniach wykorzystano 21 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 Manchuria, 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

Doświadczenia infekcyjne prowadzono w szklarni IHAR w Radzikowie w okresie od października 2003 do kwietnia 2004. Reakcję badanych odmian na zakażenie poszczególnymi izolatami oceniano na kilkunastu siewkach w stadium pierwszego liścia oraz odmianie Manchuria, kontrolnej dla podatności. 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 porażenie 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. Dalsze postępowanie polegało na określeniu obecności możliwych genów odporności zgodnych z hipotezą genu dla genu. W przypadku, gdy 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.

Tabela 3

Reakcja różnicujących odmian jęczmienia na zakażenie 22 izolatami *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*
Reaction of differential set of barley cultivars after inoculation with 22 isolates of *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*

Odmiana Cultivar	Geny Genes	Izolat — Isolates																					
		1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	38	39	40	48	51	57	63
Pall	<i>Mla8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P01	<i>Mla1</i>	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0
P02	<i>Mla3</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	4	0	0	0	0
P03	<i>Mla6, Mla14</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	4	4	4	4
P04	<i>Mla7, Mllk</i>	4	4	4	0	0	2	0	4	4	0	0	0	4	4	4	0	4	2	0	2	4	4
P04	<i>Mla7, ?</i>	4	4	4	0	0	2	1	4	4	0	2	0	4	4	4	1	4	2	0	2	4	4
P06	<i>Mla7, MILG2</i>	4	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	2	4	4	0	4	0	0	1	4	4
P07	<i>Mla9, Mllk</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P08	<i>Mla9, Mllk</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P08	<i>Mla9</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P09	<i>Mla10, MIDu2</i>	4	4	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	4	4	0	4	0	0	4	4	4
P10	<i>Mla12</i>	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	4	0	4
P11	<i>Mla13, MlRu3</i>	4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4
P12	<i>Mla22</i>	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	4	4	4	4	0	0
P13	<i>Mla23</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P14	<i>Mlra</i>	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P15	<i>MlRu2</i>	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2
P17	<i>Mllk</i>	4	4	4	2	0	2	2	4	2	2	1	1	4	4	4	0	4	2	2	4	4	4
P18	<i>Mlnn</i>	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P19	<i>Mlp</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P20	<i>Mlat</i>	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	2
P21	<i>Mlg</i>	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4
P22	<i>mlo5</i>	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)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)
P23	<i>MILa</i>	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4
P24	<i>Mlh</i>	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4	4	4
Benedicte	<i>Mla9, MIIM9</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	4	0	4
Lenka	<i>Mla13, MlAb</i>	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4
Gunar	<i>Mla3, MITu2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0
Steffi	<i>MlSt1</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	2	0	4
Kredit	<i>MlKr</i>	4	2	0	0	0	1	0	1	4	1	0	0	2	4	2	2	2	2	0	4	1	4
Jarek	<i>Ml1192, ?</i>	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	3	4
Trumph	<i>Mla7, MlAb</i>	4	4	0	4	4	0	4	0	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Borwina	<i>MlBw</i>	2	3	3	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	3	4	4	4	4	3
Peggy	<i>MlSI-1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0

Natomiast w przypadku niezgodnej reakcji (ocena 0–2) na zakażenie izolatami 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, że trzy z 10 ocenianych odmian jęczmienia ozimego ma co najmniej po jednym genie odporności, sześć po dwa, a jedna jest podatna na wszystkie znane patotypy *B. graminis* f.sp. *hordei* występujące w Polsce (Gacek i in., 2004; Czembor i Czembor, 2004) (tab. 4).

Tabela 4

Reakcja odmian jęczmienia ozimego na zakażenie 21 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of winter barley cultivars after inoculation with 21 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiany Cultivars	Izotaty Isolates																						Postulowane geny Postulated genes
	1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	39	40	48	51	57	63		
BKH 2702	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra</i>	
BKH 2802	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra</i>	
KRC 402	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	brak , none	
POA 2502	0	0	0	0	0	0	4	0	4	2	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>	
CE 4-13903.97	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>	
LEU 0036	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>	
LP 6-054	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>	
NORD 96505/25	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	4	<i>Ml(St)</i>	
CWB 0/10	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	<i>Mla6, Ml?</i>	
CWB 00/21	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>	

Z porównania wyników oceny porażenia odmian różnicujących (tab. 3) z ocenami badanych odmian (tab. 4) można wnioskować, że: odmiany BKH 2702 i POA 2802 mają gen *Mlra*; NORD 96505/25 ma gen *MI(St)*, POA 2502, CE 4-13903.97, LEU 0036, LP 6-054 i CWB mają te same geny *Mla6* i *Mla14*; odmiana CWB 0/10 ma gen *Mla6* i drugi bliżej nieokreślony; odmiana KRC 402 jest podatna na wszystkie użyte w badaniach izolaty.

Wśród 12 badanych odmian jęczmienia jarego, 2 mają co najmniej jeden gen, 6 ma dwa, a 4 mają trzy geny odporności na porażenie przez użyte w badaniach izolaty *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (tab. 5). Stwierdzono funkcjonowanie w badanych 12 odmianach jedenastu różnych genów, które są obecne pojedynczo lub w różnych kombinacjach dwóch i trzech genów (tab. 5). Gen *mlo* jest w sześciu odmianach, *Mla13*, *MI?* w trzech, *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *MI(St)* w dwóch, a *MIg*, *MIk*, *MI Ru3* i *MIIM9* w jednej.

Tabela 5

Reakcja odmian jęczmienia jarego na zakażenie 21 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of spring barley cultivars after inoculation with 21 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiany Cultivars	Izolaty Isolates																					Postulo- wane geny Postulated genes
	1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	39	40	48	51	57	63	
BKH 4502	0(4)	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	<i>mlo</i> , <i>Mla9</i> , <i>MIrk</i>
NAD 3302	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	4	<i>MI(St)</i>
NAD 3402	0(4)	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	<i>mlo</i> , <i>Mla13</i> , <i>MIr3</i>
RAH 3602	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>MIg</i> , <i>Mla9</i> , <i>IM9</i>
STH 4402	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo</i> , <i>MI(St)</i>
STH 4502	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo</i> , <i>MI(St)</i>
STH 4602	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	<i>Mla1</i> , <i>MI?</i>
STH 4702	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1</i> , <i>MIg</i>
SJ 997195	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla12</i>
CSBC 1838-44	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	0	<i>mlo</i> , <i>Mla13</i> , <i>MIAb</i>
CSBC 1838-12- 18	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i> , <i>MI?</i>
LP 813..6..98	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	0	<i>Mla12</i> , <i>MI?</i>

DYSKUSJA

W nowoczesnym rolnictwie, wśród wielu osiągnięć w technologii produkcji uprawia się na dużą skalę ujednolicone pod względem genetycznym odmiany i wciąż w praktyce stosuje się wysokie nawożenie azotem by uzyskać wysokie plony (Wolfe, 1984; Nieróbcia i in., 2003). Uprawa mało zróżnicowanych genetycznie odmian sprzyja szybkiemu rozprzestrzenianiu się chorób. W celu ograniczenia strat w plonach stosuje się fungicydy i wprowadza do produkcji nowe odmiany odporne na najważniejsze patogeny. Przyszłe technologie uprawy jęczmienia będą musiały uwzględniać w większym stopniu wymogi ograniczonego stosowania pestycydów i nawozów mineralnych. Istotnym elementem strategii rozwoju proekologicznej produkcji roślinnej jest hodowla odmian odpornych (Gulliano i Kuijpers, 1994; Czembor i Gacek, 1995; Jacobsen, 1997).

Wiele genów specyficznej odporności wykorzystano w hodowli odmian komercyjnych jęczmienia. Spośród 33 najpowszechniej wykorzystywanych genów, 28 jest ściśle ze sobą sprzężonych lub ma charakter alleliczny (Jorgenson, 1994). Prezentowane w tej pracy wyniki potwierdzają znaczącą przewagę genów z serii alleli *Mla*, stwierdzono ich obecność w prawie 64% badanych odmian (tab. 4 i 5). Tak duża liczba 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 tworzonych odmian oraz wykorzystania genów warunkujących częściową odporność. Rolnicy również mogą w znacznym stopniu 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).

W populacji mączniaka w Polsce występują z różnym nasileniem patotypy wirulentne w stosunku do wszystkich genów obecnych w zarejestrowanych w Polsce odmianach, z wyjątkiem genu *mlo* (Czembor i Czembor, 2004; Gacek i in., 2004). W sześciu odmianach jęczmienia jarego obecny jest recesywny gen *mlo* (tab. 5). 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 pleiotropowego 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 Polsce i w krajach UE w produkcji jest od 20%–30% odmian jęczmienia jarego z genem *mlo* (Jorgensen, 1994; Atzema, 1998; Czembor i Czembor, 2001; Anonim, 2003, 2003 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

- Anonim. 2003. Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste 2003, Getreide, Mais, Ölfruchte, Leguminosen, Hackfruchte. Deutscher Landwirtschaft. GmbH: 40 — 42.
- Anonim. 2003 a. Lista odmian roślin rolniczych 2003. COBORU, Słupia Wielka: 78 — 79.
- Atzema J. L. 1998. Durability of *Mlo* resistance to barley against powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. Ph. D. thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zürich, 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: 263 — 286.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniaka jęczmienia *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. Hod. Rośl. Aklim. 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. Hod. Rośl. Aklim. 25, z. 5/6: 215 — 226.
- 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 Breed. Seed Sci. 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: Plant resistance to diseases, pests and unfavourable environmental conditions. Arseniuk E., Góral T., Czembor P. C. (eds). 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 genic 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* D.C. 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.
- Hovmöller M. S., Caffier V., Jalli M., Andersen O., Besenhofer G., Czembor J. H., Dreiseitel A., Flath K., Fleck A., Heinrichs F., Jonsson R., Limpert E., Mercer P., Plesnik S., Rashal I., Skinnies H., Slater S., Wronska 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.
- Najewski A. 2004. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża ozime, 2002. COBORU. Z. 26: 51 — 61.
- Najewski A. 2003. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare, 2002. COBORU. Z. 25: 19 — 36.
- 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.

- 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, San Francisco: 129 — 157.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerst-Sorten und Meheltau (*Erysiphe graminis* D.C. f.sp. *hordei*) in Österreich. *Die Bodenkultur.* 38: 341 — 349.