

HENRYK J. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku

Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in barley cultivars included to registration trials in Poland in 2002

Przedstawiono genetyczne uwarunkowania odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) u 8 odmian jęczmienia ozimego i 13 jarego włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku. Badane odmiany ozime mają jeden lub więcej genów odporności związanych z locus *Mlra*, *Mla6*, *Mla14*, *Mlg* i *Mlh*. U odmian jarych stwierdzono obecność genów *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *MI(St1)* i *mlo*. 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 8 winter barley cultivars and 13 spring ones from the Polish Registration trials was presented. All the winter cultivars have one or more genes for resistance in the loci *Mlra*, *Mla6*, *Mla14*, *Mlk* and *Mlh*. Nine different resistance genes: *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *MI(St1)* and *mlo* were detected at spring varieties. Only cultivars with the gene *mlo* have 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. Z większym lub mniejszym nasileniem występuje 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; Czembor i Czembor, 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 możliwie zróżnicowana pod względem genetycznego jej uwarunkowania jest jednym z ważniejszych elementów nowoczesnej proekologicznej produkcji roślinnej. Znajomość genów odporności funkcjonujących w uprawianych odmianach jest konieczna do interpretacji współdziałania między populacją patogenną, 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; Day, 1974; 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 w 2002 roku, tak aby w momencie wprowadzania do produkcji nowo zarejestrowanych odmian znane było ich spektrum odporności na mączniaka.

MATERIAŁ I METODY

Odmiany jęczmienia

Do badań wzięto 8 odmian jęczmienia ozimego (tab. 1) i 13 jarego (tab. 2) przyjętych do badań rejestrowych w 2001 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 2002 roku
List of winter barley cultivars included in 2002 to COBORU registration trials (Najewski, 2003)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
BKH 2601	PL	HR Smolice
MAD 701	PL	PHR Tulce
POA 2301	PL	HR Szelejewo
POA 2401	PL	HR Szelejewo
CE 4-9896-96	DE	Carsten
GW 2109 (Melorri)	DE	Nordsaat Saatzeitgesellschaft
LP 2-935	DE	Lochow Petkus
5747 WH	FR	Secobra

Tabela 2

Lista odmian jęczmienia jarego włączona do badań COBORU w 2002 roku
List of spring barley cultivars included in 2002 to COBORU registration trials (Najewski, 2003 a)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
MOB 2401	PL	HR Szelejewo
NAD 3101(Nadek)	PL	PHR Tulce
POA 2601	PL	HR Szelejewo
RAH 3301(Ryten)	PL	HR Smolice
STH 3901	PL	HR Strzelce
STH 4001	PL	HR Strzelce
STH 4101	PL	HR Strzelce
STH 4301	PL	HR Strzelce
CSBC 1838-30 (Class)	GB	Monsanto
CSBC 1847-18	GB	Monsanto
FDO 92013	FR	Desprez
NORD 95218D5 (Bolina)	DE	Nordsaat
NORD 95036D8	DE	Nordsaat

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).

Tabela 3

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

Odmiana Cultivars	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</i> , <i>Ml a14</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</i> , <i>Ml lk</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</i> , <i>Ml</i> <i>LG2</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</i> , <i>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> , <i>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</i> , <i>MlDu2</i>	4	4	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	4	4	0	4	0	0	4	4	4

c.d. Tabela 3

Odmiana Cultivars	Geny Genes	Izobat Isolates																							
		1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	38	39	40	48	51	57	63		
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</i> , <i>MIRu3</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>MIRu2</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>Mlq</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</i> , <i>MlIM9</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</i> , <i>MlAb</i>	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4		
Gunar	<i>Mla3</i> , <i>MlTu2</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		
Triumph	<i>Mla7</i> , <i>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>Ml SI-1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0		

Ocena odporności

Doświadczenia infekcyjne prowadzono w szklarni IHAR w Radzikowie w okresie od października 2002 do kwietnia 2003. 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°C–22°C. Inokulacji siewek dokonywano przez strząsanie nad nimi zarodników konidialnych z roślin porażonych wybranym izolatem. Po 8–10 dniach od inkubacji oceniano porażenie roślin w skali Mainsa i Dieta 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 różniących 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, 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 oznacza 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 dwie z 8 badanych odmian jęczmienia ozimego ma co najmniej po jednym genie odporności, a sześć po dwa (tab. 4). Z porównania wyników oceny porażenia odmian różnicujących (tab. 3) z ocenami badanych odmian (tab. 4) można wysnuć wniosek, że: odmiany BKH 2601 i POA 2401 mają gen *Mlra*; MAD 701 i POA 2301 mają te same geny *Mlg* i *Mlra*; trzy odmiany: CE 9896.96, GW 2100 i LP 2-935 mają dwa geny blisko z sobą sprzężone *Mla6* i *Mla14*; odmiana 5747 WH ma dwa geny *Mlra* i *Mlh*.

Tabela 4

Reakcja odmian jęczmienia ozimego na zakażenie 21 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of winter barley varieties 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 2601	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>MLra</i>
MAD 701	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	<i>Mlg, MLra</i>
POA 2301	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	<i>Mlg, Mlra</i>
POA 2401	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra</i>
CE 4-9896.96	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>
GW 2109 (Meloni)	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 2-935	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>
5747 WH	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra, Mlh</i>

Wśród 13 badanych odmian jęczmienia jarego, 5 ma co najmniej jeden gen, 7 ma dwa, a jedna trzy geny odporności na porażenie przez użyte w badaniach izolaty *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* (tab. 5). Stwierdzono funkcjonowanie dziewięciu różnych genów, które są obecne pojedynczo lub w różnych kombinacjach dwóch i trzech genów, w 13 odmianach (tab. 5). Geny *mlo* jest w pięciu odmianach, *Mla12*, *Mla13*, *MI(Ab)*, *MI(St1)* w trzech, *Mla1*, *Mlg* w dwóch, *Mla9* i *MI(IM9)* w jednej.

Tabela 5

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

Odmiany Cultivars	Izobaty 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		
MOB 2401	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla12</i>	
NAD 3101 (Nadek)	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mlg, Mla12</i>	
POA 2601	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1</i>	
RAH 3301 (Ryton)	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	<i>Mla13, MlAb</i>	
STH 3901	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, MlSt1</i>	
STH 4001	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, MlSt1</i>	
STH 4101	4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla12</i>	
STH 4301	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1, Mlg</i>	
CSBC 1838-30	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, Mla13, MlAb</i>	
CSBC 1847-18	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>	
FDO 92013	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	<i>Mla13, MlAb</i>	
Nord 95218-D5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	<i>MlSt1</i>	
Nord 95036-D8	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla9, MlIM9</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; Nieróbca i in., 2003). Uprawa mało zróżnicowanych genetycznie odmian sprzyja często 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 proekologicznego 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 60% 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 nowo wprowadzonych genów (Czembor, 1976; Wolfe i Schwarzbach, 1978; Czembor, 1981; Gacek i Czembor, 1988; Czembor i Czembor, 1998; Hovmoller i in., 2000; Skinnes i in., 2000). W celu zwiększenia trwałości odporności hodowcy dążą do większego zróżnicowania materiałów wyjściowych do hodowli, wprowadzania większej liczby genów odporności do tworzonych odmian, 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 za wyjątkiem genu *mlo* (Czembor, 2003). W pięciu 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, Anonymous, 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

- Anonymous 2003. Bundessortiment, Beschreibende Sortenliste 2003, Getreide, Mais, Olfruchte, Leguminosen, Hackfruchte. Deutscher Landwirt. GmbH: 40 — 42.
- Anonymous 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, 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: 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. 2003. Odporność krajowych odmian jęczmienia jarego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 230: 327 — 334.
- 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., 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.
- Day P. R. 1974. Genetics of host-parasite interaction. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Flor H. H. 1956. The complementary gene systems in flexes and flax rust. Adv. Genet. 8: 29 — 54.
- 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.
- 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., 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 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., Heinrichs F., Jonsson R., Limpert E., Mercer P., Plesnik S., Rashal I., Skinnies 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.
- Najewski A. 2003. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. *Zboża ozime*, 2002. COBORU. Z. 22: 49 — 58.
- Najewski A. 2003 a. 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. *Pam. Puł.* 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 and San Francisco: 129 — 157.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerste-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Österreich. *Die Bodenkultur.* 38: 341 — 349.