

HENRYK J. CZEMBOR

JERZY H. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 2001

Pathogenicity of barley powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in Poland in 2001

Zastosowanie metody polegającej na zebraniu w 12 miejscowościach na terenie Polski porażonych mączniakiem próbek liści podatnej odmiany Manchurian pozwoliło na określenie struktury populacji grzyba *B. graminis* f. sp. *hordei* w roku 2001. Zestaw 32 odmian różnicujących posłużył do określenia wirulencji izolatów jednozarodnikowych, które izolowano z próbek liści z każdej miejscowości. Wirulencje *Vg* + *CP* (93,2%), *Va7* + *Ab* (100%), *Vh* (98,6%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%) i *Vra* (100%) charakteryzowały się najwyższą frekwencją występowania. Niską frekwencję występowania wykazały wirulencje *Va1* + ? (24,3%), *V(St1)* + *St2* (27,2%), *Va9* + *k* (28,3%) i *Va3* + (*Tu2*) (10,1%). Wirulencjami, które występowały z frekwencją 30%–50% były *Va7* + *k* + ? (38,4%), *Va3* (42,1%), *Va9* (39,1%), *Vat* (45,4%), *Va3* (42,1%) i *Va22* (49,1%). Geny wirulencji *Va23*, *Vp* i *Vo5* nie występowały w żadnej z badanych miejscowości. Populacje *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich wykazały duże oddziaływanie na frekwencje występowania niektórych wirulencji w Polsce np. *V(Bo)* i *V(La)*. Zaobserwowano występowanie takich wirulencji mączniaka, w stosunku do których odmiany uprawiane w 2001 roku na terenie Polski nie posiadały korespondujących genów odporności. Należały tu takie wirulencje jak: *Va1*, *Va3*, *V(St1)* + *St2* i *Va3* + *Tu2*.

Słowa kluczowe: analiza wirulencji, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, jęczmień, patogeniczność

Investigation of pathogenicity of barley powdery mildew population (*B. graminis* f. sp. *hordei*) in Poland in 2001 was conducted using leaf samples of susceptible cultivar Manchurian infected by powdery mildew collected in 12 locations. Twenty single — spore isolates were obtained from leaf sample in each location. Based on their resistance reaction on 32 differential cultivars virulence of each specific single — spore isolates was determined. Virulences *Vg* + *CP* (93.2%), *Va7* + *Ab* (100%), *Vh* (98.6%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%), *Vra* (100%) were present in Poland in 2001 with frequency more than 90%. Low frequency showed virulences such as: *Va1* + ? (24.3%), *V(St1)* + *St2* (27.2%), *Va9* + *k* (28.3%) and *Va3* + (*Tu2*) (10.1%). Virulences which were present with frequency 30%–50% were: *Va7* + *k* + ? (38.4%), *Va3* (42.1%), *Va9* (39.1%), *Vat* (45.4%), *Va3* (42.1%) and *Va22* (49.1%). Virulences *Va23*, *Vp* and *Vo5* were not present at any of the tested locations. The strong influence of population of *B. graminis* f. sp. *hordei* from neighboring countries was observed on *V(Bo)* and *V(La)* frequencies. Virulences *Va1*, *Va3*, *V(St1)* + *St2* and *Va3* + *Tu2* were present in population of barley

powdery mildew in Poland in spite that their corresponding resistances have not been used in cultivars grown in Poland in 2001.

Key words: barley, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, pathogenicity, virulence analysis

WSTĘP

Mączniak prawdziwy jęczmienia powodowany przez grzyb *Blumeria graminis* (DC.) E. O. Speer f. sp. *hordei* jest jedną z najgroźniejszych chorób jęczmienia. Występuje powszechnie w wielu rejonach uprawy jęczmienia takich jak Europa, USA, Japonia i Australia. W Europie średnie straty powodowane przez tą chorobę wynoszą ok. 10% (Zwatz, 1987; Schally i in., 1995; Czembor i Czembor, 1998). Znaczenie ekonomiczne tej choroby polega nie tylko na obniżeniu plonów, ale również w pogorszeniu jego jakości. Występowanie tej choroby powoduje zmniejszenie masy tysiąca ziarn i zwiększenie w nich zawartości białka, co istotnie pogarsza jakość ziarna jęczmienia przeznaczonego na cele browarne (Balkema-Boomstra i Masterbroek, 1995; Czembor i Czembor, 2001).

W uprawie jęczmienia występowanie mączniaka jest ograniczane metodą ochrony integrowanej. Metoda ta stanowi kombinację ochrony chemicznej (zastosowanie fungicydów) oraz ochrony genetycznej (uprawa odmian odpornych) (Czembor, 1983; Gacek i Czembor, 1983, 1984; Czembor i Gacek, 1987, 1995; Gacek, 1998; Nieróbca i in., 2003). Metoda ochrony genetycznej opiera się na wynikach hodowli odpornościowej i polega na właściwym doborze źródeł odporności na mączniaka w zależności od struktury genetycznej populacji mączniaka jęczmienia w Polsce. Struktura i dynamika zmian frekwencji genów patogeniczności była określana w Polsce od końca lat 50-tych ubiegłego wieku (Ralski i Mikołajewicz, 1958, 1969, Czembor, 1976, 1981, Czembor i Kudła, 1984, Gacek, 1983, 1987, 1990, Gacek i Czembor, 1993; Czembor i Czembor, 2004a, 2004b; Gacek, i in., 2004). Początkowo, przez pierwsze kilkadziesiąt lat chrobotwórczość *B. graminis* f. sp. *hordei* badano w Polsce sposób jakościowy poprzez identyfikację ras fizjologicznych w oparciu o metodykę opracowaną w latach trzydziestych ubiegłego wieku (Mains i Dietz, 1930; Honecker, 1934). Od początku lat 90-tych ubiegłego wieku wprowadzono do badań chorobotwórczości *B. graminis* f. sp. *hordei* tzw. ilościową metodę analiz wirulencji. W metodzie tej frekwencje poszczególnych wirulencji są określane na podstawie kolonii mączniaka (typ infekcji 3–4) na pierwszym liściu siewek odmian z różnymi genami odporności w stosunku do podatnej odmiany kontrolnej (Gacek, 1990; Gacek i Czembor, 1995; Hovmoller i in., 2000).

Celem przedstawionej pracy było określenie frekwencji wirulencji występujących w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* na terenie Polski w roku 2001.

MATERIAŁ I METODY

Frekwencję wirulencji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce w roku 2001 określano wykorzystując próbki liści odmiany podatnej Manchurian wysianej w 12 miejscowościach na poletkach 10 m² w izolacji przestrzennej ok. 500 m od innych plantacji jęczmienia (rys. 1).



Rys. 1. Polska — miejscowości zbioru próbek mączniaka prawdziwego na jęczmieniu
Fig. 1. Poland — locations of barley powdery mildew sampling

Z próbek liści pobranych w każdej miejscowości izolowano 20 kultur jednozarodnikowych. Wirulencję poszczególnych izolatów jednozarodnikowych określano na podstawie reakcji odpornościowej na zestawie 32 odmian różnicujących (tab. 1). Typ infekcji 4 (Mains i Dietz, 1930) stanowi granicę między wirulencją i awirulencją niezależnie od nasilenia infekcji i intensywności zarodnikowania. Frekwencje poszczególnych wirulencji były określane na podstawie kolonii mączniaka (typ infekcji 3–4) na pierwszym liściu siewek zestawu różnicującego w stosunku do podatnej odmiany kontrolnej Manchurian.

Doświadczenia infekcyjne prowadzono w warunkach szklarniowych w temperaturze 16°C–20°C i przy użyciu sztucznego doświetlania w cyklu dobowym — 16 h — dzień i 8 h — noc. Komory foliowe zostały zastosowane do zapewnienia izolacji i odpowiednich warunków wilgotnościowych dla rozwoju patogena. Zakażenia dokonywano przez strząsanie zarodników konidialnych z siewek odmiany podatnej. Ocena objawów porażenia była przeprowadzona 8–10 dni od chwili zakażenia.

Tabela 1

Charakterystyka odporności odmian testowych na mączniaka
Characteristics of resistance of the test cultivars for powdery mildew

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Odporność Resistance	Kod Code	Geny odporności Resistance gene(s)	Wirulencja Virulence	Pochodzenie Origin
1	P1	Algerian	Al	Mla1	Va1	Algerian
2	P2	Ricardo	Ri	Mla3	Va3	Ricardo
3	P3	Spontaneum	Sp	Mla6, Mla14	Va6	Franger
4	P4A	Lyallpur, Kwan	Ly, Kw	Mla7, Mlk, +?	Va7 + k	Heine 4808
5	P4B	Lyallpur, ...	Ly, ...	Mla7, +?	Va7, +?	Heine 4808
6	P6	Lyallpur, Long Glumes	Ly, LG	Mla7, MlLG2	Va7	Multan
7	P7	Monte Cristo, Kwan	MC, Kw	Mla9, Mlk	Va9 + k	Monte Cristo
8	P8A	Monte Cristo, Kwan	MC, Kw	Mla9, Mlk	Va9 + k	Triple Awn Lemma
9	P8B	Monte Cristo	MC	Mla9	Va9	Triple Awn Lemma
10	P9	Durani	Du	Mla10, MlDu2	Va10 + DU2	Durani
11	P10	Arabische	Ar	Mla12	Va12	Arabische
12	P11	Rupee	Ru	Mla13, MlRu3	Va13	Rupee
13	P12			Mla22	Va22	Hor 1657
14	P13			Mla23	Va23	Hor 1657
15	P14	Ragusa	Ra	Mlra	Vra	Weihenstephan 41/154
16	P15	Rupee		Ml(Ru2)	V(Ru2)	Rupee
17	P17	Kwan	Kw	Mlk	Vk	Monte Cristo
18	P18			Mlnn	Vnn	Nigrinudum
19	P19			Mlp	Vp	Psaknon
20	P20			Mlat	Vat	Coast, Atlas
21	P21	Weihenstephan	We	Mlg, Ml(CP)	Vg	Weihstephan MR II
22	P22	Mlo	Mlo	mlo5	Vo	Mut. in Carlsberg II
23	P23	Laevigatum	La	Ml(La)	V(La)	H. Laevigatum
24	P24	Hauters	Ha	Mlh	Vh	Hanna
25	Benedicte	Monte Cristo, Ingrid M9	MC, IM9	Mla9, Ml(IM9)	Va9 + IM9	Monte Cristo, Ingrid M9
26	Lenka	Rupee, Abyssinian	Ru, Ab	Mla13, Ml(Ab)	Va13 + Ab	
27	Gunnar	Ricardo, Turkish	Ri, Tu2	Mla3, Ml(Tu2)	Va3 + Tu2	
28	Steffi		St	Ml(St1), Ml(St2)	V(St1) + St2	Steffi
29	Kredit		Kr	Ml(Kr)	V(Kr)	Kredit
30	Jarek		Kr, ...	Ml(Kr), +?	V(Kr) +?	
31	Trumph	Lyallpur, Abyssinian	Ly, Ab	Mla7, Ml(Ab)	Va7 + Ab	
32	Borwina			Ml(Bw)	V(Bw)	Borwina
33	Manchuria					

WYNIKI

W roku 2001 w Polsce z ponad 90% frekwencją występowały wirulencje *Vg* + *CP* (93,2%), *Va7* + *Ab* (100%), *Vh* (98,6%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%), *Vra* (100%) (tab. 2). Wirulencje, które występowały z frekwencją w przedziale 70%–90% to: *Va6* + *a14* (77,8%), *Va12* (88,2%), *Va7* +? (82,5%), *Va7* + (*LG2*) (71,1%), *Va13* + *Ru3* (76,6%), *Va13* + *Ab* (72,1%), *Va9* + *IM9* (83,2%). W przedziale frekwencji 50%–70% występowały wirulencje *Va10* + *Du2*, *Vk* (62,4%), *Vnn* (50,5%), *V(Kr)* (77,5%), *V(Kr)* +? (69,6%), *V(Bo)* (67,1%). Wirulencjami, które występowały z najniższymi frekwencjami (do 50%) były *Va1* +? (24,3%), *V(St1)* + *St2* (27,2%), *Vat* (45,4%), *Va9* + *k* (28,3%), *Va9* (39,1%), *Va3* + (*Tu2*) (10,1%); *Va3* (42,1%), *Va22* (49,1%), *Va7* + *k* +? (38,4%) i *Vp* (0,5%). Nie stwierdzono występowania genów wirulencji *Va23*, *Vp* i *Vo5*.

Wirulencje *Va8*, *Vra*, *V(La)*, *Vh*, *V(Ru2)*, *Vg* + *CP*, *Va7* + *Ab*, *Va9* + *V(IM9)*, *Va12* wykazywały najniższe zróżnicowanie we frekwencji (współczynnik zmienności *Cv* do 20%). Wirulencje *Va1* + *?*, *Va3*, *Va7* + *k* + *?*, *Vnn*, *Vat*, *V(St1)* + *St2* i *Va3* + *Tu* charakteryzowały się najwyższym zróżnicowaniem we frekwencji wirulencji (współczynnik zmienności *Cv* powyżej 50%). Korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 2001 były *Vg*, *Va7*, *Vo*, *V(La)*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bw)* (rys. 2). Wszystkie te wirulencje, z wyjątkiem *Vo*, występowały z dużą frekwencją, zwłaszcza wirulencje *Vg*, *V(Bo)* i *V(La)*.

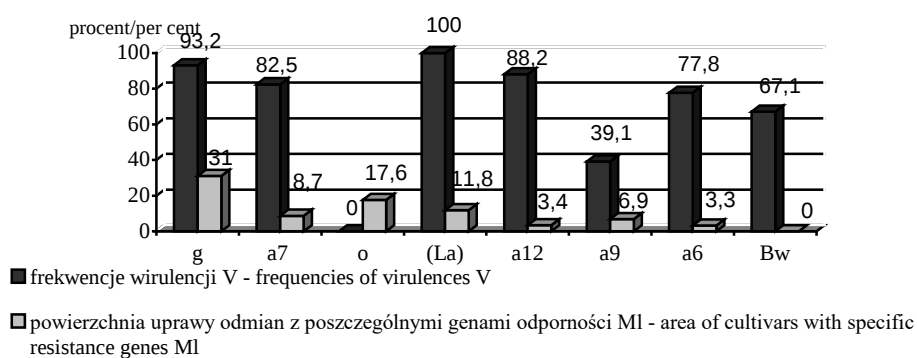
Tabela 2

Frekwencje wirulencji w poszczególnych miejscowościach
Virulence frequencies in specific locations

Miejscowość Locations	Liczba bada- nych izola- tów Number of tested isolates	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		<i>Va8</i>	<i>Va1</i>	<i>Va3</i>	<i>Va6</i> , <i>Va14</i>	<i>Va7</i> , <i>Vk</i>	<i>Va7</i>	<i>Va7</i> , <i>V(LG2)</i>	<i>Va9</i> , <i>Vk</i>	<i>Va9</i> , <i>Vk</i>	<i>Va9</i>	<i>Va10</i> , <i>V(Du2)</i>	<i>Va12</i>	<i>Va13</i> , <i>V(Ru3)</i>	<i>Va22</i>	<i>Va23</i>	<i>Vra</i>	<i>V(Ru2)</i>
Bartążek	20	100	5	90	100	100	50	35	30	30	50	10	100	50	90	0	100	100
Strzelce	20	100	35	30	80	0	75	70	30	30	50	35	100	35	80	0	100	100
Przebó- dowo	18	100	0	39	89	17	95	100	56	56	67	95	100	100	22	0	100	100
Kończe- wice	20	100	25	35	75	25	100	85	35	35	35	85	95	85	30	0	100	100
Małyszyn	20	100	0	55	100	0	60	25	15	15	15	20	95	50	90	0	100	100
Bonin	20	100	25	30	90	5	95	85	20	20	20	95	100	75	5	0	100	100
Oleśnica Mała	20	100	15	0	40	65	70	60	20	20	20	80	70	70	45	0	100	100
Zamarte	20	100	30	35	70	75	75	65	35	40	40	85	85	75	25	0	100	100
Grodko- wice	20	100	25	25	65	45	100	80	10	10	30	50	85	100	55	0	100	100
Borawo	20	100	25	65	55	70	75	55	25	20	45	80	90	80	25	0	100	100
Radzi- ków	20	100	15	80	85	55	70	55	15	15	20	75	60	70	45	0	100	100
Jadwisin	20	100	40	10	40	80	100	100	35	35	45	70	55	65	30	0	100	100
Smolice	20	100	65	10	100	0	100	95	25	25	55	60	100	100	50	0	100	100
Baków	20	100	35	85	100	0	90	85	45	45	55	20	100	90	95	0	100	100
Srednia (Mean)		100,0	24,3	42,1	77,8	38,4	82,5	71,1	28,3	28,3	39,1	61,4	88,2	74,6	49,1	0,0	100,0	100,0
<i>Cv</i> (%)		0,0	71,3	68,5	27,4	93,1	20,2	32,7	44,0	44,0	41,1	47,8	17,7	26,9	59,4	0,0	0,0	0,0

c.d. Tabela 2

Miejscowość Locations	Liczba badanych izolatów Number of tested isolates	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		Vk	Vnn	Vp	Vat	Vg, V(CP)	Vo5	V(La)	Vh	Va9, V(IM9)	Va13, V(Ab)	Va3, V(Tu2)	V(St1), V(St2)	V(Kr)	V(Kr) +?	Va7, V(Ab)	V(Bo)
Bartążek	20	45	5	0	85	60	0	100	100	60	45	0	5	40	10	100	60
Strzelce	20	35	25	0	70	100	0	100	100	90	30	0	30	40	30	100	85
Przebędowo	18	83	72	0	11	100	0	100	100	100	100	6	11	95	100	100	84
Końcewice	20	75	35	0	65	100	0	100	100	95	75	0	55	90	90	100	95
Małyszyn	20	25	25	0	15	100	0	100	100	90	50	5	15	65	55	100	70
Bonin	20	80	30	0	5	100	0	100	100	100	70	30	20	70	40	100	80
Oleśnica Mała	20	55	75	0	55	100	0	100	100	70	70	15	5	75	100	100	70
Zamarte	20	70	80	0	20	100	0	100	100	80	75	25	15	80	95	100	60
Grodkowo	20	55	80	0	55	85	0	100	90	65	95	0	30	100	90	100	30
Borawo	20	80	75	0	30	100	0	100	90	90	80	0	0	90	100	100	40
Radzików	20	70	90	0	80	70	0	100	100	55	65	0	15	75	100	100	20
Jadwisin	20	80	75	0	60	100	0	100	100	75	65	0	35	75	100	100	45
Smolice	20	60	10	0	20	95	0	100	100	100	100	25	80	100	25	100	100
Bąków	20	60	30	0	65	95	0	100	100	95	90	35	65	90	40	100	100
Średnia (Mean)		62,4	50,5	0,0	45,4	93,2	0,0	100,0	98,6	83,2	72,1	10,1	27,2	77,5	69,6	100,0	67,1
Cv (%)		28,9	59,3	0,0	60,4	13,7	0,0	0,0	3,7	18,8	28,7	130,9	88,5	24,9	49,1	0,0	38,4



Rys. 2. Procent powierzchni upraw odmian jęczmienia z poszczególnymi genami odporności Ml oraz frekwencja korespondujących wirulencji V *B. graminis* f. sp. *hordei* w 2001 roku

Fig. 2. Per cent of barley cultivars area with specific resistance genes Ml and frequency of the corresponding virulences V of *B. graminis* f. sp. *hordei* in 2001

DYSKUSJA

Dla właściwego doboru źródeł odporności w hodowli nowych odmian jęczmienia odpornych na mączniaka potrzebna jest wiedza o strukturze frekwencji genów wirulencji w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* (Jørgensen, 1992, 1994; Czembor, 2002, 2004 a, 2004 b). W roku 2001 korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia były *Vg*, *Va7*, *Vo*, *V(La)*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bo)*. Odmiany z odpornością Weihenstephan — We (geny odporności *Mlg* + *CP*) były uprawiane podobnie jak w latach poprzednich, na największej powierzchni (31%). Działo się tak pomimo niskiej efektywności tej odporności ze względu na wysoki poziom frekwencji korespondującej wirulencji *Vg*. Odporność We wykorzystywana jest w hodowli nowych odmian już od lat 40-tych, a wynikiem tego jest występowanie frekwencji *Vg* na stałym i wysokim poziomie już w latach 80-tych (Gacek, 1990; Fischbeck, 2003).

Wyniki uzyskane w roku 2001 potwierdziły, że wirulencje *Va6* i *Va7*, podobnie jak *Vg*, mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce (Gacek, 1990). Pomimo niskiej efektywności odporności korespondujących do *Va6* i *Va7*, w roku 2001 w Polsce były wciąż uprawiane odmiany z tymi opornościami. Innymi wirulencjami korespondującymi do genów odporności występujących w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 2001 były *V(La)*, *Vo*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bw)*. Wszystkie te wirulencje, z wyjątkiem *Vo*, występowały z dużą frekwencją, pomimo że powierzchnia uprawy odmian z korespondującymi genami odporności była niewielka. Wykazany brak ścisłej zależności między tymi frekwencjami, a powierzchnią uprawy na terenie Polski odmian z korespondującymi genami odporności wskazuje na oddziaływanie populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich. Czynnikiem sprzyjającym dużemu oddziaływaniu populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich takich jak Niemcy, Czechy i Dania jest duży udział uprawy jęczmienia ozimego w tych krajach oraz wcześniej rozpoczynający się okres wegetacji (Limpert i Fischbeck, 1987; Gacek, 1990; Limpert i in., 1990, 1999).

Uzyskany obraz frekwencji wirulencji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce potwierdził, że wirulencje *Va7* + *Ab*, *V(Ru2)*, *V(Bw)*, *Vra*, *Vh* i *V(Kr)* + ? występują w Polsce z dużą frekwencją, pomimo braku w uprawie odmian z korespondującymi odpornościami. Wirulencje *Vra* i *Vh* występujące z częstością bliską 100% w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce w 2001 korespondują z odpornościami Ragusa (*Ra*) i Hauters (*Ha*), które były wykorzystywane w hodowli jęczmienia ozimego już od drugiej połowy lat 40-tych (Fischbeck, 2003). Dlatego wirulencje *Vra* i *Vh* mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f. sp. *hordei* w Europie i w Polsce (Gacek, 1987, 1990; Limpert i in., 1990, 1999).

W przeprowadzonych badaniach nie zaobserwowano występowania korespondujących genów wirulencji w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce w 2001 roku w stosunku do genów *Mla23*, *Mlo* i *Mlp*. Biorąc to pod uwagę można stwierdzić, że należą one do najbardziej efektywnych genów odporności na terenie Polski. Należy zwrócić uwagę na fakt ciągłego braku wirulencji korespondującej do odporności *Mlo*, pomimo że odmian z tą odpornością były uprawiane w Polsce w roku 2001 na poziomie około 17,6%. Dzieje się

tak, ponieważ nie zaobserwowano występowania Europy wirulencji Vo, a jedynie opisano izolaty patogena z podwyższoną agresywnością w odniesieniu do tej odporności (Czembor i Czembor, 2003). Wirulencje V(*St1*) + *St2*, *Va1* i *Va3*+ *Tu2* występowały z niską frekwencją. Wirulencje te występowały w populacji mączniaka, pomimo że w roku 2001 nie uprawiano w Polsce odmian z korespondującymi genami odporności. Obecność tych wirulencji można tłumaczyć szeroką uprawą odmian z tymi genami w wielu krajach Europy, głównie w Niemczech (Gacek, 1990; Hovmoller i in., 2000; Fischbeck, 2003).

WNIOSKI

1. Metoda ilościowego badania chorobotwórczości populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* umożliwiła określenie frekwencji najważniejszych wirulencji tego patogena w Polsce w roku 2001.
2. W roku 2001, populacje *B. graminis* f. sp. *hordei* występujące w krajach sąsiednich, a zwłaszcza w Niemczech, wykazały silnie oddziaływanie chorobotwórcze na plantacje jęczmienia w Polsce.
3. Zaobserwowano występowanie wirulencji, dla których korespondujące odporności nie były użyte w odmianach uprawianych w Polsce w roku 2001.
4. Nie zaobserwowano korespondujących wirulencji w stosunku do genów odporności *Mlo*, *Mla23* i *Mlp* w Polsce w roku 2001.

LITERATURA

- Balkema-Boomstra A. G., Masterbroek H. D. 1995. Effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) on photosynthesis and grain yield of partial resistant genotypes of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Breed.* 114: 126 — 130.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniaka jęczmienia *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. *Hod. Rośl. Aklim.* 20.5: 467 — 490.
- Czembor H. J. 1981. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) występujące w latach 1975—1979. *Hod. Rośl. Aklim.* 25, 5/6: 215 — 226.
- Czembor H. J. 1983. Hodowla jęczmienia odpornego na choroby — stan badań i program. *Biul. IHAR* 150: 4 — 10.
- Czembor H. J. 2004 a. Odporność krajowych odmian jęczmienia jarego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). *Biul. IHAR* 230: 327 — 334.
- Czembor H. J. 2004 b. Odporność krajowych odmian jęczmienia ozimego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). *Biul. IHAR* 231: 331 — 337.
- 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): 19 — 28.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2004 a. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 1999. *Biul. IHAR* 231: 377 — 386.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2004 b. Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 2000. *Biul. IHAR* 233: 107 — 115.
- Czembor J. H. 2002. Resistance to powdery mildew in selections from Moroccan barley landraces. *Euphytica* 125 (3): 397 — 409.
- Czembor J. H., Czembor E. 2003. Odporność *Mlo* jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). *Cz. III. Trwałość odporności. Biul. IHAR* 230: 375 — 386.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1998. Powdery mildew resistance in cultivars of spring barley from Polish Register. *Plant Breed. Seed Sci.* 42 (2): 87 — 99.

- Czembor H. J., Gacek E. 1987. Badania nad sposobami zwiększenia trwałości odporności genetycznej jęczmienia na mączniak i inne choroby. Biul. IHAR 163: 25 — 32.
- Czembor H. J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. W: 2-gie Krajowe Sympozjum "Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska", 12–14 wrzesień: 39 — 48.
- Czembor H. J., Kudła M. M. 1984. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1980–1982. Hod. Rośl. Aklim. 28, 3/4: 219 — 230.
- Fischbeck G. 2003. Diversification through breeding. In: Diversity in barley (*Hordeum vulgare*), R. von Bothmer, Th. van Hintum, Knüpfer H., K. Sato (eds.), Elsevier Science B. V., Amsterdam, The Netherlands: 29 — 52.
- Gacek E. 1983. Analiza patogeniczności grzybów porażających jęczmień. Biul. IHAR 150: 11—19.
- Gacek E. 1987. Distribution of barley powdery mildew resistance and virulence in Poland in 1984–1986. In: Advances in Agricultural Biotechnology, M. S. Wolfe, E. Limpert (ed.), Martinus Nijhoff Publishers., Dordrecht, The Netherlands: 93 — 98.
- 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 — 49.
- Gacek E. 1998. Strategie wykorzystania odporności genetycznej w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. Postępy w Ochronie Roślin: 38 (1): 44 — 49.
- Gacek E., Czembor H. J. 1983. Problem wykorzystania genetycznej odporności w hodowli i uprawie zbóż, ze szczególnym uwzględnieniem jęczmienia. Biul. IHAR 151: 37 — 45.
- Gacek E., Czembor H. J. 1984. Prawidłowe wykorzystanie genetycznej odporności jęczmienia na choroby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 305: 163 — 170.
- Gacek E., Czembor H. J. 1993. Evolution of barley powdery mildew population in Poland. Polnohospodarstvo — Bratislava 39: 373 — 379.
- Gacek E., Czembor H. J. 1995. Metody badań chorobotwórczości patogenów obligatoryjnych zbóż. W: 2-gie Krajowe Sympozjum "Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska", 12–14 wrzesień: 169 — 179.
- 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.
- Honecker I. 1934. Über die Modifizierbarkeit des Befalles und als Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Melhtau der Gerste *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Zeitschrift für Züchtung. A. Pflanzenzüchtung 19: 577 — 602.
- Hovmoller M. S., Caffier V., Jalli M., Andersen O., Besenhofer G., Czembor J. H., Dreiseitl A., Flath K., Fleck A., Heinrics F., Jönsson 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.
- Jørgensen J. H. 1992. Durability of the resistance in the pathosystem: barley powdery mildew. In: Proc. Durability of Disease Resistance. Wageningen, The Netherlands: 159 — 176.
- Mains F. B., Dietz S. M. 1930. Physiologie forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei*, Marchal. Phytopathology 20: 229 — 299.
- Limpert E., Fischbeck G. 1987. Distribution of virulence and of fungicide resistance in the European barley mildew population. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the pathogen, M. S. Wolfe, E. Limpert (ed.), Martinus Nijhoff Publishers., Dordrecht, The Netherlands: 9 — 30.
- Limpert E., Andrivon D., Knittel R., Fischbeck G. 1990. Barley mildew in Europe — patterns of the composition of the pathogen population during the period 1985–1988. Second European Workshop, Integrated Control of Cereal Mildew: Virulence Patterns and Their Change, Roskilde, Denmark, 23–25 January 1990. Abstr.:1.
- Limpert E., Godet F., Muller K. 1999. Dispersal of cereal mildews across Europe. Agric. For. Meteorol. 97: 293 — 308.
- Nieróbca A., Horoszkiewicz-Janka J., Czembor J. H. 2003. Ochrona roślin — ważny element technologii uprawy zbóż w UE. Pamiętnik Puławski 132: 311 — 320.

- Ralski E., Mikołajewicz T. 1958. Z badań nad wrażliwością form jęczmienia na mączniaka właściwego. Hod. Rośl. Aklim. 2, 3: 313 — 332.
- Ralski E., Mikołajewicz T. 1969. Studia nad odpornością jęczmienia na mączniaka właściwego. Hod. Rośl. Aklim. 13, 5: 359 — 373.
- Schally H., Zedebrauer R., Zwatz B. 1995. Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste Mehltau in Österreich unter Nutzung die Kollektionssysteme Sporenfall und Pflanzendeposition. Pflanzenschutzberichte 55: 52 — 68.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerste-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei*) in Österreich. Die Bodenkultur 38: 341 — 349.