

HENRYK J. CZEMBOR**JERZY H. CZEMBOR**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) w Polsce w roku 1999

Pathogenicity of barley powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) in Poland in 1999

Frekwencje wirulencji *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce, w roku 1999 określano wykorzystując próbki liści odmiany podatnej Manchuria porażone mączniakiem, zebrane w 12 miejscowościach. Z próbek liści z każdej miejscowości izolowano od 22 do 45 kultur jednozarodnikowych. Wirulencję poszczególnych izolatów jednozarodnikowych określano na podstawie reakcji odpornościowej na zestawie 32 odmian różnicujących. Z ponad 90% frekwencją w roku 1999 w Polsce występowały wirulencje *Vg* + *CP* (91,2%), *Va7* + *Ab* (94,1%), *Vh* (98%), *V(La)* (98,7%), *V(Ru2)* (98,7%), *V(Bo)* (99,6%), *Vra* (99,7%). Wirulencjami, które występowały z niskimi frekwencjami (do 50%) były: *Va1* + ? (29,7%), *V(St1)* + *St2* (37,9%), *Vat* (38,9%), *Va9* + *k* (38,9%), *Va3* (39,9%), *Va9* (45,6%). Nie zaobserwowano obecności wirulencji *Va23*, *Vp* i *Vo5*. Stwierdzono silne oddziaływanie chorobotwórcze populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* z krajów sąsiednich na plantacje jęczmienia w Polsce w roku 1999. Zaobserwowano występowanie wirulencji, dla których korespondujące odporności nie były użyte w odmianach uprawianych w Polsce do roku 1999.

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

Virulence frequencies of *B. graminis* f. sp. *hordei* in Poland in 1999, were determined using leaf samples of the susceptible cultivar Manchuria infected by powdery mildew collected in 12 locations. From leaf samples collected in each location, 22–45 single-spore isolates were obtained. Virulence of the specific single-spore isolates was determined based on their resistance reaction, on 32 differential cultivars. Virulences *Vg* + *CP* (91.2%), *Va7* + *Ab* (94.1%), *Vh* (98%), *V(La)* (98.7%), *V(Ru2)* (98.7%), *V(Bo)* (99.6%), *Vra* (99.7%) were present in Poland, in 1999, with frequency higher than 90%. Virulences which were present with low frequency (below 50%) were: *Va1* + ? (29.7%), *V(St1)* + *St2* (37.9%), *Vat* (38.9%), *Va9* + *k* (38.9%), *Va3* (39.9%), *Va9* (45.6%). Virulences *Va23*, *Vp*, and *Vo5* were not present. In 1999, a strong influence of pathogenicity of *B. graminis* f. sp. *hordei* population from neighbouring countries was observed on barley plantations in Poland. In 1999, virulences were present, for which their corresponding resistances have never been used in cultivars grown in Poland.

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

WSTĘP

Mączniak prawdziwy, *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*, jest jedną z najgroźniejszych chorób jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.). W Europie Środkowej, w tym w Polsce, straty plonu ziarna jęczmienia w przypadku występowania tej choroby szacuje się średnio rocznie na ok. 10% (Zwatz, 1987; Schally i in., 1995). Występowanie tej choroby nawet w niewielkim nasileniu istotnie pogarsza jakość ziarna jęczmienia przeznaczonego na cele browarne poprzez zmniejszenie masy tysiąca ziaren i zwiększenie w nich zawartości białka (Balkema-Boomstra i Masterbroek, 1995; Czembor i Czembor, 2001).

W praktyce rolniczej mączniak prawdziwy na plantacjach jęczmienia jest ograniczany poprzez kombinację ochrony chemicznej (zastosowanie fungicydów) oraz ochrony genetycznej (uprawa odmian odpornych), w tzw. metodzie ochrony integrowanej (Czembor i Gacek, 1987, 1995; Nieróbca i in., 2003). Metoda ochrony genetycznej jest oparta na wprowadzaniu przez hodowców efektywnych genów odporności na mączniaka do nowych odmian jęczmienia oraz na właściwym wykorzystaniu tych odmian (Czembor, 1976, 1983, 2002). Hodowcy prognozują efektywność źródeł odporności używanych w programach hodowlanych w oparciu o wyniki badań struktury i dynamiki zmian frekwencji genów patogeniczności (Gacek i Czembor, 1983; Czembor i Gacek, 1987, 1995; Gacek, 1990, 1998). Tego rodzaju badania były prowadzone w Polsce od końca lat 50. ubiegłego wieku (Ralski i Mikołajewicz, 1958, 1969; Czembor, 1976, 1981; Czembor i Kudła, 1984; Gacek, 1990; Gacek i Czembor, 1993).

Do początku lat 90. ubiegłego wieku chorobotwórczość *B. graminis* f.sp. *hordei* badano w Polsce w sposób jakościowy poprzez identyfikację ras fizjologicznych według klucza zaproponowanego przez Mains i Dietza (1930) udoskonalonego przez Honeckera (1934). W latach następnych wprowadzono do badań chorobotwórczości *B. graminis* f.sp. *hordei* tzw. ilościową metodę analiz wirulencji zaproponowaną przez Wolfea i Schwarzbacha (1975). Istnieją 3 podstawowe metody badania frekwencji wirulencji w populacji *B. graminis* f.sp. *hordei*: (1) analiza zainfekowanych mączniakiem próbek liści z pól uprawnych, (2) zastosowanie ruchomych szkółek odmian testowych, (3) zastosowanie samochodowego wyłapywacza zarodników typu Jet Spore Trap (Gacek, 1983, 1987; Gacek i Czembor, 1984, 1988). We wszystkich tych metodach 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).

Celem przedstawionej pracy było określenie frekwencji wirulencji występujących w populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* na terenie Polski w roku 1999.

MATERIAŁ I METODY

Frekwencje wirulencji *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce w roku 1999 określano wykorzystując próbki porażonych 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 *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*
 Fig. 1. Poland — locations of barley powdery mildew sampling

Tabela 1

Charakterystyka odporności odmian testowych na mączniaka *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*
 Characteristics of resistance of the test cultivars for powdery mildew *Blumeria graminis* f.sp. *hordei*

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

Z próbek liści z każdej miejscowości izolowano od 22 do 45 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) przyjęto jako 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 16–20°C i przy użyciu sztucznego doświetlania w cyklu dobowym, 16 h — dzień i 8 h — noc, w komorach foliowych zapewniających izolację i odpowiednie warunki wilgotnościowe dla rozwoju patogena. Zakażenia dokonywano przez strząsanie zarodników konidialnych z siewek odmiany podatnej. Ocenę objawów porażenia dokonywano 8–10 dni od chwili zakażenia.

WYNIKI

Z ponad 90% frekwencją w roku 1999 w Polsce występowały wirulencje *Vg* + *CP* (91,2%), *Va7* + *Ab* (94,1%), *Vh* (98%), *V(La)* (98,7%), *V(Ru2)* (98,7%), *V(Bo)* (99,6%), *Vra* (99,7%) (tab. 2). Notowane wirulencje z frekwencją w przedziale 70%–90%, to: *Va7* + *k* + ? (70,9%), *Va7* + *LG2* (74,7%), *Va6* + *a14* (76%), *Va12* (76,6%), *Va7* + ? (85,6%). W przedziale frekwencji 50%–70% występowały wirulencje *Va22* (51,6%), *Vnn* (51,6%), *Va13* + *Ab* (52,1%), *Va10* + *Du2* (59,1%), *V(Kr)* + ? (59,8%), *Va13* + *Ru3* (60%), *Va9* + *IM9* (65,9%), *Vk* (67,4%). Wirulencjami, które występowały z niższymi frekwencjami (do 50%) były *Va1* + ? (29,7%), *V(St1)* + *St2* (37,9%), *Vat* (38,9%), *Va9* + *k* (38,9%), *Va3* (39,9%), *Va9* (45,6%). Nie stwierdzono występowania genów wirulencji *Va23*, *Vp*, i *Vo5*.

Najniższe zróżnicowanie we frekwencji wirulencji w Polsce (współczynnik zmienności *Cv* do 20%) wykazywały geny *Va8*, *Vra*, *V(Bw)*, *V(La)*, *Vh*, *V(Ru2)*, *Vg* + *CP*, *Va7* + *Ab*, *Va7* + ? oraz *Va7* + *LG2*. Natomiast wirulencje *Va3*, *Vnn*, *Vat*, *Va1* + ?, *V(St1)* + *St2* i *Va3* + *Tu2* wykazywały najwyższe zróżnicowanie we frekwencji wirulencji (współczynnik zmienności *CV* powyżej 50%). Korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 1999 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 *V(Bw)* i *V(La)*.

DYSKUSJA

Wiedza o strukturze frekwencji genów patogeniczności (wirulencji) jest potrzebna dla właściwego doboru źródeł odporności w hodowli nowych odmian jęczmienia (Jørgensen, 1992, 1994; Czembor i Czembor, 1998, 1999). W roku 1999 korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia były *Vg*, *Va7*, *Vo*, *V(La)*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bw)*.

Tabela 2

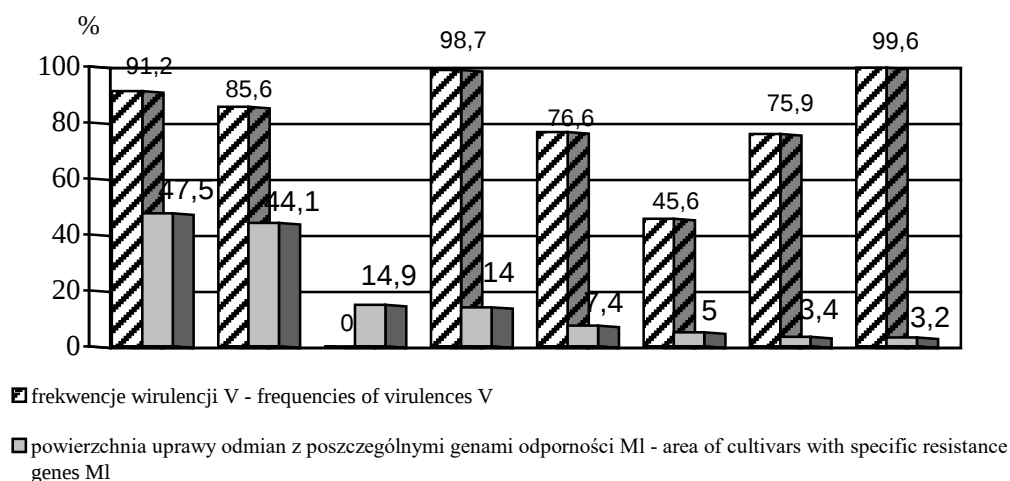
Frekwencje wirulencji w poszczególnych miejscowościach
Virulence frequencies in specific locations

Miejscowość Location	Liczba badanych izolatów Number of tested isolates	Va8	Va1, ?	Va3	Va6, Va14	Va7, Vk, ?	Va7, ?	Va7, V(LG2)	Va9, Vk	Va9, Vk	Va9	Va10, V(Du2)	Va12	Va13, V(Ru3)	Va22	Va23	Vra	V(Ru2)
Radzików	45	100,0	8,9	26,7	77,8	84,4	93,3	84,4	51,1	44,4	55,6	77,8	82,2	53,3	37,8	0,0	100,0	100,0
Baków	27	100,0	25,9	33,3	88,9	92,6	92,6	81,5	63,0	55,6	55,6	70,4	100,0	88,9	37,0	0,0	96,3	100,0
Przebędowo	28	100,0	21,4	39,3	89,3	50,0	71,4	50,0	21,4	25,0	35,7	67,9	85,7	64,3	46,4	0,0	100,0	100,0
Borowo	26	100,0	42,3	42,3	76,9	34,6	76,9	65,4	23,1	23,1	46,2	38,5	57,7	38,5	65,4	0,0	100,0	88,5
Smolice	24	100,0	29,2	12,5	83,3	37,5	66,7	62,5	41,7	41,7	62,5	50,0	58,3	75,0	75,0	0,0	100,0	100,0
Oleśnica	22	100,0	27,3	54,5	77,3	63,6	95,5	77,3	13,6	13,6	22,7	59,1	54,5	50,0	59,1	0,0	100,0	95,5
Zamarte	25	100,0	8,0	32,0	80,0	88,0	96,0	68,0	60,0	60,0	60,0	88,0	64,0	24,0	12,0	0,0	100,0	100,0
Bartązek	24	100,0	33,3	70,8	20,8	79,2	79,2	79,2	12,5	12,5	12,5	20,8	83,3	70,8	87,5	0,0	100,0	100,0
Grodkowice	26	100,0	38,5	34,6	88,5	92,3	100,0	96,2	53,8	53,8	53,8	65,4	100,0	80,8	65,4	0,0	100,0	100,0
Kończewice	25	100,0	0,0	12,0	80,0	76,0	76,0	60,0	64,0	64,0	72,0	84,0	100,0	64,0	12,0	0,0	100,0	100,0
Małyszyn	26	100,0	53,8	76,9	84,6	84,6	96,2	96,2	30,8	30,8	34,6	19,2	57,7	50,0	50,0	0,0	100,0	100,0
Strzelce	25	100,0	68,0	44,0	64,0	68,0	84,0	76,0	32,0	32,0	36,0	68,0	76,0	60,0	72,0	0,0	100,0	100,0
Średnia Mean		100,0	29,72	39,92	75,95	70,91	85,64	74,71	38,92	38,04	45,60	59,08	76,63	59,96	51,63	0,00	99,69	98,66
Cv (%)		0	65,5	50,0	24,65	28,9	13,2	18,9	49,2	46,9	38,5	38,5	23,3	34,4	46,2	0,0	1,0	3,5

c.d. Tabela 2

Miejscowość Location	Liczba badanych izolatów Number of tested isolates	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(Bw)
Radzików	45	77,8	100,0	0,0	44,4	97,8	0,0	100,0	100,0	91,1	46,7	0,0	28,9	71,1	91,1	100,0	100,0
Baków	27	88,9	100,0	0,0	74,1	96,3	0,0	96,3	100,0	100,0	88,9	7,4	88,9	88,9	100,0	100,0	100,0
Przebędowo	28	46,4	28,6	0,0	42,9	92,9	0,0	100,0	96,4	67,9	57,1	25,0	21,4	67,9	53,6	100,0	100,0
Borowo	26	34,6	34,6	0,0	34,6	73,1	0,0	100,0	92,3	38,5	46,2	23,1	11,5	57,7	26,9	96,2	100,0
Smolice	24	37,5	25,0	0,0	37,5	87,5	0,0	91,7	100,0	54,2	54,2	0,0	12,5	100,0	12,5	100,0	100,0
Oleśnica	22	54,5	54,5	0,0	27,3	95,5	0,0	100,0	90,9	54,5	50,0	0,0	22,7	50,0	50,0	100,0	95,5
Zamarte	25	88,0	56,0	0,0	20,0	100,0	0,0	100,0	96,0	56,0	16,0	0,0	20,0	44,0	60,0	96,0	100,0
Bartązek	24	62,5	33,3	0,0	12,5	83,3	0,0	95,8	100,0	79,2	75,0	bd*	50,0	bd	45,8	95,8	100,0
Grodkowice	26	69,2	38,5	0,0	65,4	100,0	0,0	100,0	100,0	96,2	80,8	bd	80,8	bd	68,0	100,0	100,0
Kończewice	25	100,0	68,0	0,0	44,0	72,0	0,0	100,0	100,0	68,0	36,0	0,0	16,0	bd	60,0	72,0	100,0
Małyszyn	26	80,8	73,1	0,0	0,0	96,2	0,0	100,0	100,0	57,7	46,2	0,0	34,6	bd	73,1	69,2	100,0
Strzelce	25	68,0	8,0	0,0	64,0	100,0	0,0	100,0	100,0	28,0	28,0	8,0	68,0	60,0	76,0	100,0	100,0
Średnia Mean		67,35	51,63	0,0	38,89	91,20	0	98,65	97,97	65,93	52,08	6,35	37,95	67,44	59,75	94,10	99,62
Cv (%)		31,2	56,6	0	56,8	11,1	0	2,7	3,4	34,0	40,1	132,4	72,1	28,2	41,5	11,8	1,3

* — bd — brak danych; No data



Rys. 2. Procent powierzchni upraw odmian jęczmienia z poszczególnymi genami odporności Ml oraz frekwencja korespondujących wirulencji V *B. graminis* f.sp. *hordei* w 1999 roku

Fig. 2. Per cent of barley cultivation area with specific resistance genes Ml and frequency of the corresponding virulences V of *B. graminis* f.sp. *hordei* in 1999

Odmiany z odpornością Weißenstephan — We (geny odporności *Mlg* + *CP*) były uprawiane na największej powierzchni pomimo niskiej efektywności w stosunku do wysokiego poziomu frekwencji korespondującej wirulencji *Vg*. Frekwencja *Vg* występowała ze stałą i wysoką frekwencją już w latach 80., co tłumaczy się stałą obecnością korespondującej odporności począwszy od lat 40. w odmianach uprawianych w Europie i w Polsce (Gacek, 1990; Fischbeck, 2003).

Wirulencje *Va6* i *Va7*, podobnie jak *Vg*, mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce (Gacek, 1990), co potwierdziły wyniki uzyskane w roku 1999. Pomimo niskiej efektywności korespondujących odporności do *Va6* i *Va7*, w roku 1999 w Polsce były wciąż uprawiane odmiany z tymi odpornościami. Zwłaszcza odporność Lyallpur (geny odporności *Mla7* + ?) występowała u odmian uprawianych na dużym areale (ponad 40%). Pozostałymi wirulencjami korespondującymi do genów odporności występujących w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 1999 były *V(La)*, *Vo*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bw)*. Wszystkie te wirulencje, z wyjątkiem *Vo*, występowały z dużą frekwencją, zwłaszcza wirulencje *V(Bw)* i *V(La)* pomimo małej powierzchni uprawy odmian z korespondującymi genami odporności. Prawdopodobnym wyjaśnieniem braku ścisłej zależności między tymi frekwencjami, a powierzchnią uprawy z korespondującymi genami odporności jest oddziaływanie populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* z krajów sąsiednich. W Polsce przeważają wiatry wiejące z zachodu, które w okresie wegetacji przenoszą dużą liczbę zarodników konidialnych *B. graminis* f.sp. *hordei* na plantacje jęczmienia w Polsce. Dodatkowo, czynnikami sprzyjającymi dużemu oddziaływaniu populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* z krajów sąsiednich (Niemcy, Czechy i Dania) jest duży udział uprawy jęczmienia ozimego oraz wcześniej zaczynający się

w tych krajach okres wegetacji (Limpert i Fischbeck, 1987; Gacek, 1990; Limpert i in., 1990, 1999).

Wirulencjami, które występowały w Polsce z dużą frekwencją pomimo braku w uprawie odmian z korespondującymi odpornościami były *Va7 + Ab*, *V(Ru2)*, *V(Bw)*, *Vra* i *Vh*. Występowanie wirulencji *Vra* i *Vh* z częstością bliską 100% w populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce w 1999 roku potwierdza jedynie wcześniej uzyskane wyniki (Gacek, 1990). Korespondują one z odpornościami: Ragusa (Ra) i Hauters (Ha) (Jørgensen, 1994). Geny te były z dużą częstością wykorzystywane w hodowli jęczmienia ozimego już od drugiej połowy lat 40. (Fischbeck, 2003). Wirulencje *Vra* i *Vh* mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f.sp. *hordei* w Europie i w Polsce (Gacek, 1990; Limpert, 1987; Limpert i in., 1990, 1999).

Uzyskane wyniki wskazują, że najbardziej efektywnymi genami odporności na terenie Polski były *Mla23*, *Mlo* i *Mlp*, ponieważ nie zaobserwowano korespondujących genów wirulencji w populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce w 1999 roku. Szczególnie interesujący jest brak wirulencji korespondującej do odporności *Mlo* pomimo faktu uprawy odmian z tą odpornością w Polsce w roku 1999 na poziomie około 15%. Odporność *Mlo* jest uważana za odporność trwałą, gdyż odmiany z tą odpornością są uprawiane w Europie od ponad 20 lat, a w Polsce od roku 1989 i nie zaobserwowano występowania w Europie wirulencji *Vo*, a jedynie opisano izolaty patogena z podwyższoną agresywnością w odniesieniu do tej odporności (Czembor i Czembor, 2003). Stosunkowo niską frekwencję miały wirulencje *Vat*, *V(St1) + St2*, *Va1*, *Va3*. Wirulencje te występowały w populacji mączniaka w Polsce, pomimo że w roku 1999 nie uprawiano w Polsce odmian z korespondującymi genami odporności. Występowanie tych odporności można tłumaczyć szeroką uprawą odmian z tymi genami, a zwłaszcza *Mla1* i *Mla3*, w wielu krajach Europy, głównie w Niemczech (Gacek, 1990; Fischbeck, 2003).

WNIOSKI

1. Zastosowana metoda ilościowego badania chorobotwórczości populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* w Polsce umożliwiła określenie frekwencji najważniejszych wirulencji tego patogena w roku 1999.
2. Stwierdzono silne oddziaływanie chorobotwórcze populacji *B. graminis* f.sp. *hordei* z krajów sąsiednich na plantacje jęczmienia w Polsce w roku 1999.
3. Zaobserwowano występowanie wirulencji, dla których korespondujące odporności nie były użyte w odmianach uprawianych w Polsce w roku 1999.
4. Wykazano brak w Polsce korespondujących wirulencji w stosunku do genów odporności *Mlo*, *Mla23* i *Mlp*.

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 Breeding* 114: 126 — 130.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniak jęczmienia *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. *Hod. Rośl. Aklim.* 5, 20: 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 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 — 385.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1998. Powdery mildew resistance in cultivars of spring barley from Polish Register. *Pl. Breed. Seed Sci.* 42 (2): 87 — 99.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1999. Powdery mildew resistance in cultivars of winter barley from Polish Register. *Pl. Breed. Seed Sci.* 43 (1): 65 — 75.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2001. Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998-2000 Polish registration trials. *Pl. Breed. Seed Sci.* 45 (1): 19 — 28.
- 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, H. Knüpfner, 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 Rol.* 305: 163 — 170.
- 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. 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.

- Honecker I. 1934. Über die Modifizierbarkeit des Befalles und Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Mehltau der Gerste *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Zeitschrift für Züchtung. A. Pflanzenzüchtung 19: 577 — 602.
- 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.
- Jørgensen J. H. 1994. Genetics of powdery mildew resistance in barley. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 97 — 119.
- Mains F. B., Dietz S. M. 1930. Physiologic 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.: 1p.
- 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. Pam. Puł. 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. Virulenzananalyse am Beispiel Sommergerst Mehltau in Österreich unter Nutzung de Kollektionssysteme Sporenfall und Pflanzendeposition. Pflanzenschutzberichte 55: 52 — 68.
- Wolfe M. S., Schwarzbach E. 1975. The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopathologische Zeits. 82: 297—307.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergarst-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* DC. f.sp. *hordei*) in Österreich. Die Bodenkultur 38: 341 — 349.