

HENRYK J. CZEMBOR
OLGA DORACZYŃSKA
JERZY H. CZEMBOR

Pracownia Genetyki Stosowanej

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie

Odporność odmian pszenżyta na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* ff. ssp.) występującego w Polsce*

Resistance of triticale cultivars to powdery mildew (*Blumeria graminis* ff. ssp.) occurring in Poland

Mączniak prawdziwy powodowany przez grzyba *Blumeria graminis*, to jedna z ważniejszych chorób liści pszenżyta w Polsce. Przez wiele lat na tle gatunków rodzicielskich, pszenżyto uważano za gatunek mało podatny na choroby powodowane przez grzyby. Obecnie obserwuje się gwałtowne załamanie odporności na choroby powszechnie występujące w Polsce na pszenicy i życie. Celem badań było określenie stopnia odporności 59 odmian pszenżyta ozimego, 13 jarego i 14 odmian żyta na porażenie 45 izolatami *Blumeria graminis* ff. ssp. o zróżnicowanej wirulencji. Izolaty mączniaka prawdziwego pochodzenia pszenicznego i żytniego charakteryzowały się mniejszą patogennością w stosunku do odmian pszenżyta niż izolaty pochodzenia pszenżytniego. Spośród 72 badanych odmian pszenżyta, 53 wykazało odporność na zakażenie *B. graminis* f. sp. *secalis*, natomiast 62 na zakażenie izolatami *B. graminis* f. sp. *tritici*. Uprawiane w Polsce odmiany pszenżyta są podatne lub bardzo podatne na populację mączniaka prawdziwego zbóż. W prowadzonych badaniach jedynie odmiana Grenado odznaczała się odpornością.

Słowa kluczowe: mączniak prawdziwy, odporność odmian, patotypy, pszenżyto

Powdery mildew caused by fungus *Blumeria graminis* is one of the most important leaf diseases of triticale in Poland. For many years triticale was considered as less susceptible to fungal diseases in comparison to its parental species. Nowadays, a radical breaking down of triticale resistance to diseases of wheat and rye commonly occurring in Poland is observed. The aim of this study was to determine the resistance of 59 cultivars of winter triticale, 13 of spring triticale and 14 of rye to inoculation with 45 isolates of *Blumeria graminis* ff. ssp., with different virulence. Powdery mildew isolates originating from wheat and rye showed lower pathogenicity on triticale cultivars than isolates originating from triticale. Among 72 tested triticale cultivars, 53 showed resistance to inoculation with *B. graminis* f.sp.

* Praca wykonana w ramach grantu NCR nr N N310 314834; This study was performed by Narodowe Centrum Nauki grant No. N N310 314834

Redaktor prowadzący: Danuta Boros

secalis and 62 showed resistance to inoculation with *B. graminis* f.sp.*tritici*. Triticale cultivars grown in Poland are very susceptible to powdery mildew population and in presented study only cultivar Grenado showed resistance reaction.

Key words: powdery mildew, resistance of cultivars, patotype, triticale

WSTĘP

Mączniak prawdziwy powodowany przez grzyba *Blumeria graminis* to jedna z ważniejszych chorób liści pszenżyta w Polsce. Przez wiele lat na tle gatunków rodzicielskich pszenżyto uważano za gatunek mało podatny na choroby powodowane przez grzyby (Wakuliński, 2005). W Polsce do 1991 roku, a do 2001 roku w Niemczech, w doświadczeniach odmianowych nie prowadzono oceny odporności pszenżyta na porażenie przez choroby, ponieważ występowały one w śladowym nasileniu. Obecnie obserwuje się gwałtowne załamanie odporności na: septoriozę plew, mączniaka prawdziwego (Wakuliński, 2005; Strzembicka, 2007) oraz rdzę brunatną (Jańczak i Pawlak, 2002; Filoda, 2009). W literaturze brak jest danych określających straty w plonie pszenżyta powodowane przez mączniaka prawdziwego. Na podstawie analizy porównawczej wyników z Doświadczeń Odmianowych COBORU dla dwóch odmian pszenżyta zarejestrowanych w 1998 roku, tj. Lamberto i Tornado, można określić procentowy spadek plonu spowodowany wystąpieniem mączniaka prawdziwego. W latach 1999–2001 Lamberto plonowało w stosunku do Tornado odpowiednio: 105, 107, 105, 106, 101% przy podobnym, wysokim poziomie odporności na mączniaka, u obu odmian powyżej 8 w dziewięciostopniowej skali COBORU. W kolejnych latach, 2002–2006, poziom odporności na mączniaka odmiany Lamberto gwałtownie się obniżył i wynosił odpowiednio: 6,8; 7,5; 4,9; 4,1; 5,1. Natomiast odporność odmiany Tornado w dalszym ciągu pozostawała na wysokim poziomie, tj., powyżej 8. W konsekwencji silnego porażenia przez mączniaka plon ziarna Lamberto w stosunku do Tornado również gwałtownie spadał, i w latach 2002–2006 do Tornado, wynosił odpowiednio: 103%, 99%, 88%, 85% i 87%. Przyjmując, na podstawie wyników doświadczeń odmianowych COBORU za lata 1996–2006, że pozostałe cechy, przede wszystkim odporność na inne choroby powodowane przez grzyby, były na podobnym poziomie u obydwu odmian, można przyjąć, że duże porażenie przez mączniaka może prowadzić do obniżenia plonu pszenżyta o 15%. W roku 2007 odmiana Lamberto po raz ostatni została wymieniona w Liście Opisowej Odmian (COBORU, 1999–2007). Dla porównania, straty w plonie pszenicy powodowane przez mączniaka prawdziwego wynoszą od 13–34% w zależności od przebiegu epifitozy (Bowen i in., 1991; Griffey i Das, 1994). Celem podjętych badań było określenie stopnia odporności odmian pszenżyta na porażenie izolatami *Blumeria graminis* ff. ssp. o zróżnicowanej wirulencji.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Badaniami objęto 59 odmian pszenżyta ozimego i 13 jarego oraz 14 odmian populacyjnych i mieszańcowych żyta (tab. 1) wpisanych do krajowego rejestru odmian rolniczych w latach od 1982 do 2009.

Tabela 1

Lista badanych odmian pszenżyta i żyta
List of tested triticale and rye cultivars

Gatunek Species	Odmiany Cultivars
Pszenżyto ozime Winter triticale	Alekto, Algoso, Aliko, Almo, Alzo, Atletico, Baltico, Beta, Bogo, Bolero, Borwo, Chrono, Dagro, Dinaro, Disco, Eldorado, Fidelio, Gniewko, Grenado, Hewo, Hortenso, Janko, Kazo, Kitaro, Krakowiak, Lamberto, Largo, Lasko, Magnat, Malno, Marko, Moderato, Moniko, Moreno, Nemo, Ordo, Pawo, Piano, Pigmej, Pinokio, Prado, Prego, Presto, Pronto, Salvo, Secundo, Sorento, Tewo, Todan, Tornado, Trigold, Trimester, Trismart, Tulus, Ugo, Vero, Witon, Woltario, Zorro
Pszenżyto jare Spring triticale	Andrus, Dublet, Gabo, Jago, Kargo, Maja, Matejko, Mieszko, Migo, Milewo, Milkaro, Nagano, Wanad
Żyto ozime Winter rye	Caroas Syntetyk, Dańkowskie Złote, Dańkowskie Diament, Herakles Syntetyk, Agronom F ₁ , Amatto F ₁ , Balistic F ₁ , Ballami F ₁ , Fugato F ₁ , Minello F ₁ , Picasso F ₁ , Placid F ₁ , Rasant F ₁ , Visello F ₁
Zestaw różnicujący Differential set	Axminster, Avalon, Asosan, Chul, Sonora, Kolibri, Weihenstephan, Kormoran, <i>Pm6</i> , Transec, Disponent, Maris Huntsmann, Kadett, Boxer, Sorbas, Kronjuvel, Grenado, Apollo Sappo, Amigo, Yangmai5, Virest, Pova, <i>Pm34</i> , <i>Pm35</i> , Nimbus

W celu porównania reakcji odmian pszenżyta na zakażenie izolatami *B. graminis* o zróżnicowanej wirulencji, do badań włączono zestaw linii i odmian testowych o znanych genach odporności, różnicujących izolaty mączniaka prawdziwego pod względem genów wirulencji (tab. 2).

Tabela 2

Linie i odmiany o znanych genach odporności *Pm* na mączniaka (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*)
Lines and cultivars with known *Pm* resistance genes for powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*)

Linia/odmiana Line/cultivar	Geny odporności Resistance gene	Chromosom Chromosome	Linia/odmiana Line/cultivar	Geny odporności Resistance gene	Chromosom Chromosome
Axminster	<i>Pm1a</i>	7AL	Boxer	<i>Pm4b+5</i>	
Avalon	<i>Pm2</i>	5DS	Sorbas	<i>Pm4b+6</i>	
Asosan	<i>Pm3a</i>	1AS	Kronjuvel	<i>Pm4b+8</i>	
Chul	<i>Pm3b</i>	1AS	Grenado	<i>Pm5+8</i>	
Sonora	<i>Pm3c</i>	1AS	Apollo	<i>Pm2+4b+8</i>	
Kolibri	<i>Pm3d</i>	1AS	Sappo	<i>Pm1+2+4b+9</i>	
Weihenstephan	<i>Pm4b</i>	2AL	Amigo	<i>Pm17</i>	1AL/IRS
Kormoran	<i>Pm5d</i>	7BL	Yangmai5	<i>Pm21</i>	6VS/6AL
Pm 6	<i>Pm6</i>	2B	Virest	<i>Pm 22</i>	7AL
Transec	<i>Pm7</i>	4BS/4BL-2RL	Pova	<i>Pm 29</i>	7DL
Disponent	<i>Pm8</i>	1BL/IRS	Pm 34	<i>Pm 34</i>	5DL
Maris Huntsman	<i>Pm2+6</i>		Pm 35	<i>Pm 35</i>	5DL
Kadett	<i>Pm3d+4b</i>				

Materiał infekcyjny grzyba

Izolaty rozmnażano na podatnych na mączniaka odmianach: pszenżyta — Lamberto, pszenicy — Nimbus i żyta — Dańkowskie Żłote.

Stopień odporności odmian pszenżyta i żyta oceniano na podstawie reakcji na zakażenie 39 izolatami jednozarodnikowymi mączniaka prawdziwego wyodrębnionymi z porażonych liści pszenżyta o zróżnicowanej wirulencji w stosunku do zestawu linii pszenicy o znanych genach odporności. Dodatkowo do zestawu włączono cztery izolaty *B. graminis* f. sp. *tritici* oraz dwa izolaty *B. graminis* f. sp. *secalis* o różnej patogeniczności. Spektrum patogeniczności 45 izolatów podano w tabeli 3. Zestaw izolatów został opracowany na podstawie wyników badań nad strukturą populacji *Blumeria graminis* ff. ssp. występującej na terenie Polski, prowadzonych w Pracowni Genetyki Stosowanej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (IHAR — PIB).

Tabela 3

Reakcja izolatów *Blumeria graminis* ff. ssp. zebranych z pszenicy, pszenżyta i żyta w stosunku do odmian różnicujących
Reaction of *Blumeria graminis* ff. ssp. isolates collected from wheat ^(a), triticale ^(b) and rye ^(c) on differential set

Izolot Isolate	Odmiana — Cultivars																										
	Axminster	Avalon	Asosan	Chul	Sonora	Kolibri	Weihenstephan	Krmoran	Pm6	Transec	Disponent	Maris Huntsman	Kadett	Boxer	Sorbas	Kronjuvel	Granada	Apollo	Sappo	Amigo	Yangmai5	Virest	Pova	Pm34	Pm35	Nimbus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Bgt 12 ^(a)	0	4	3	0	4	2	2	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	0	2	0	0	0	2	3	4	
Bgt 28 ^(a)	0	4	0	0	4	3	3	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	2	0	0	0	x	3	4	
Bgt 8 ^(a)	0	4	3	0	4	0	0	4	4	x	4	4	0	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	3	2	4	
Bgt Kadett ^(a)	4	4	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	2	2	4	
Bgt 15 ^(b)	3	0	0	0	4	2	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	
BgT MAS 109 ^(b)	0	0	3	0	4	3	0	3	4	3	0	3	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	1	1	4	
BgT KOH 209 ^(b)	3	0	0	0	4	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	2	2	3	
BgT RAH 609 ^(b)	0	0	0	0	4	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	x	0	0	0	4	
BgT GLO 1109 ^(b)	0	0	3	0	3	2	0	4	4	4	3	3	0	3	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	4	3	4
BgT RAH 709 ^(b)	0	0	3	0	4	3	0	4	4	4	0	3	0	0	4	0	4	0	1	2	0	0	0	1	0	4	
BgT WRO 209 ^(b)	0	4	3	0	4	0	0	4	4	4	0	3	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	4	3	4	
BgT GRH 1409 ^(b)	0	0	3	0	4	3	0	2	4	4	0	3	0	0	3	0	3	0	1	4	0	0	0	4	4	4	
BgT MAH 1509 ^(b)	0	2	0	0	0	0	0	2	3	4	0	1	0	1	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0	0	3	4
BgT GRH 1609 ^(b)	0	3	0	0	4	3	0	4	4	4	0	3	0	0	2	2	4	3	0	3	0	x	0	2	3	4	
BgT GLO 909 ^(b)	0	0	3	0	2	1	0	3	3	2	0	3	0	2	3	2	4	0	0	3	0	0	0	3	3	4	
BgT KOH 23 ^(b)	4	4	0	2	4	1	4	4	4	4	4	3	0	4	3	4	4	4	1	2	0	4	0	1	1	3	
BgT KOH2 ^(b)	3	0	0	1	3	2	0	3	4	1	0	2	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	4
BgT GRH809 ^(b)	0	0	0	0	3	0	0	4	4	4	0	4	0	1	4	0	4	0	0	3	0	0	0	2	3	4	
BgT WRO209 ^(b)	3	4	3	3	4	3	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	
BgT UHN 21-11 ^(b)	4	2	0	0	4	3	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	1	1	3	0	4	0	4	4	4	
BgT UHN 12-25 ^(b)	0	0	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	3	4	3	
BgT GLO 15-6 ^(b)	3	1	4	1	4	3	0	4	4	2	0	3	0	0	3	0	4	0	0	4	0	4	0	3	4	4	
BgT GRH 3-15 ^(b)	0	4	0	0	3	3	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	3	3	4	
BgT UHN 22-28 ^(b)	3	0	0	3	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	2	0	4	0	0	0	4	4	4	

c. d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
BgT GRH 5-1 ^(b)	4	4	0	0	4	2	0	0	4	4	0	3	0	0	4	0	0	0	2	4	0	3	0	0	2	3	
BgT Przeclaw 21 ^(b)	0	4	0	0	4	3	3	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	4	0	3	0	0	0	0	0	4	
BgT Przeclaw 24 ^(b)	0	0	0	0	3	3	0	3	3	3	0	0	0	0	4	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
BgT Dębina 1 ^(b)	4	4	3	3	4	0	4	4	4	4	4	3	0	4	4	4	4	4	3	4	0	4	0	0	2	4	
BgT CHR 18 ^(b)	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	2	4	
BgT MAS 1 ^(b)	0	4	0	0	0	0	0	2	3	3	0	4	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	4	
BgT MAS17 ^(b)	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	2	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	4	
BgT KOH 19 ^(b)	2	0	0	4	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
BgT 928 ^(b)	4	4	0	0	4	1	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	4	0	2	4
BgT KOH 5 ^(b)	0	3	0	0	3	3	2	3	4	4	4	0	0	4	2	4	2	2	0	2	0	0	0	0	0	4	
BgT 9 ^(b)	3	0	0	0	3	0	0	4	4	4	0	3	0	0	0	0	4	0	0	4	0	3	0	0	0	4	
BgT UHN12/11 ^(b)	0	0	0	0	4	2	0	4	4	4	0	2	0	0	1	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	4	
BgT Przeclaw 24/13 ^(b)	0	3	0	0	4	3	0	4	4	3	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
BgT BKH 1/09 ^(b)	0	3	0	0	4	3	0	4	4	4	0	3	0	0	0	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	4	
BgT BKH 3/09 ^(b)	4	3	0	0	4	2	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	3	0	4	0	0	0	4	
BgT BHK 2 ^(b)	4	1	0	0	3	3	0	4	4	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	4	0	4	0	0	0	4	
BgT STH 21 ^(b)	0	0	0	0	4	3	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4	
BgT STH 20 ^(b)	4	4	0	0	3	3	0	4	4	4	0	4	0	0	3	3	4	3	0	4	0	4	0	0	0	4	
BgT L28 ^(b)	3	4	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	3	0	3	0	0	0	4	
Bgs 1 ^(c)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	2	
Bgs 2 ^(c)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	2	

^a — *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* isolates; izolaty z pszenicy

^b — *Blumeria graminis* isolates collected from triticale; izolaty z pszenżyta

^c — *Blumeria graminis* f.sp. *secalis* isolates; izolaty z żyta

Testy odpornościowe — inokulacja roślin

Nasiona badanych odmian wysiewano do doniczek w ilości ok. 10–15 ziarniaków. Testy odpornościowe prowadzono w fitotronie w warunkach optymalnych dla rozwoju grzyba *Blumeria graminis* ff. ssp.: długość dnia 16 h przy świetle o natężeniu ok. 10 $\mu\text{E}/\text{m}^2$; długość nocy 8 h; temperatura dnia 19°C, a temperatura nocy 15°C. Rośliny badanych odmian zakażano poszczególnymi izolatami w fazie 11 według skali Zadoks (1974), gdy drugi liść był w pełni rozwinięty. Rośliny badanych odmian zakażano poprzez strząsanie zarodników konidialnych z liści roślin odmianach podatnych, odpowiednio: Lamberto, Nimbus i Dankowskie Złote. Ilość inokulum była wystarczająca, aby w sposób równomierny pokryć zakażane rośliny. Ocena stopnia porażenia roślin określonym izolatem grzyba *B. graminis* ff. ssp. przeprowadzano po 8 dniach od inokulacji. Do oceny wykorzystano skalę opracowaną przez Mains i Dietz (1930), gdzie 0 = brak widocznych objawów porażenia; 1 = niewielkie nekrozy; 2 = nekrozy powiększają się, skąpe zarodnikowanie; 3 = chlorozy, grzybnia rozwinięta lecz słabo zarodnikująca; 4 = dobrze rozwinięta i zarodnikująca grzybnia.

WYNIKI

W tabeli 4 przedstawiono wyniki oceny reakcji odmian pszenżyta ozimego i jarego oraz żyta, na zakażenie 45 izolatami *B. graminis* ff. ssp. o zróżnicowanej patogeniczności w stosunku do zestawu różnicującego wirulencję *B. graminis* f. sp. *tritici* pszenicy.

Tabela 4

Reakcja 72 odmian pszenżyta ozimego i jarego oraz żyta na porażenie 45 izolatami *Blumeria graminis* ff.ssp. o znanej wirulencji w stosunku do genów odporności *Pm*
 Reaction of 72 winter and spring triticale and rye cultivars to inoculation with 45 isolates of *Blumeria graminis* ff.ssp. with known virulence against known *Pm* resistance genes

Odmiana Cultivar	Izolat — Isolate																										
	Bgt 12 ^(a)	Bgt 28 ^(a)	Bgt 8 ^(a)	Bgt Kadett ^(a)	Bgt 15 ^(b)	Bgt MAS 109 ^(b)	Bgt KOH 209 ^(b)	Bgt RAH 609 ^(b)	Bgt GLO 1109 ^(b)	Bgt RAH 709 ^(b)	Bgt WRO 209 ^(b)	Bgt GRH 1409 ^(b)	Bgt MAH 1509 ^(b)	Bgt GRH 1609 ^(b)	Bgt GLO 909 ^(b)	Bgt KOH 23 ^(b)	Bgt KOH2 ^(b)	Bgt GRH809 ^(b)	Bgt WRO209 ^(b)	Bgt UHN 21-11 ^(b)	Bgt UHN 12-25 ^(b)	Bgt GLO 15-6 ^(b)	Bgt GRH 3-15 ^(b)	Bgt UHN 22-28 ^(b)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24			
Pszenżyto ozime																											
Winter triticale																											
Aleko	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	4	0	4		
Algoso	1	2	0	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Aliko	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	3	4	4	3	4	4	3	4		
Almo	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	3	3	4	4	4	4	0	4	3	4	4	3	4	4	4		
Alzo	0	0	0	0	4	0	4	1	3	4	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Atletiko	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	4		
Baltiko	1	0	0	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Beta	1	0	0	0	2	0	1	0	4	1	3	0	2	2	4	1	2	2	2	4	3	3	2	4	4		
Bogo	1	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4		
Bolero	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	3	3	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	3	4	4		
Borwo	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	4	
Chrono	1	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Dagro	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	0	3	3	3	4	4	2	4	3	4	4	3	4	4	4		
Dinaro	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	4	
Disco	1	0	0	2	2	1	1	0	4	3	0	1	0	2	4	2	2	2	0	4	3	4	4	4	4		
Eldorado	1	2	0	0	4	4	0	4	4	4	0	2	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	4		
Fidelio	1	0	0	0	4	4	4	4	4	3	0	4	2	0	4	3	3	0	0	4	4	4	4	0	4		
Gniewko	1	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	
Grenado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0		
Hewo	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Hortenso	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Janko	1	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	
Kazo	1	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Kitaro	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Krakowiak	2	4	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Lamberto	1	0	0	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Largo	0	0	0	2	4	4	0i4	4	4	3	4	2	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Lasko	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Magnat	0	0	0	0	0	4	3	4	0	0	0	4	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	4	0	0	4
Malno	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Marko	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Moderato	1	0	0	2	4	2	2	2	4	4	0	4	0	4	4	2	3	2	3	4	4	4	4	4	2	4	
Moniko	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	1	0	0	0	4	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
Moreno	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Nemo	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Ordo	1	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Pawo	2	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
Piano	2	3	1	2	4	4	4	4	4	4	4	3	0	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Pigmej	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	3	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	3	4	4	
Pinokio	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	4	0	0	3	4	4	

c. d. Tabela 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24
Prado	0	0	0	0	2	0	0	1	3	2	4	1	4	3	4	1	0	2	4	3	3	3	3	4
Prego	0	0	0	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Presto	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	2	3	4	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4
Pronto	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	3	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	3	4	4
Salvo	0	0	0	0	2	2	0	2	4	3	4	2	4	4	4	3	0	2	0	4	4	2	4	4
Sekundo	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Sorento	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	2	3	4	4	4	4	2	4	2	4	4	3	4	4
Tewo	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4	4	4	0	4	4	4	4	3	4	4
Todan	1	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tornado	0	0	0	0	4	4	0	1	4	4	4	3	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4
Trigold	2	3	2	2	4	4	4	4	3	4	0	4	1	3	4	4	2	4	0	4	4	4	4	4
Trimester	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Trismart	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Tulus	3	4	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4	4
Ugo	1	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Vero	2	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
Witon	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Woltario	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4
Zorro	2	2	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pszenżyto jare																								
Spring triticales																								
Andrus	0	0	0	0	3	1	1	0	3	3	4	3	4	4	4	0	2	2	4	4	0	4	3	4
Dublet	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Gabo	2	3	0	2	4	3	2	2	4	4	4	3	4	4	4	1	2	4	4	4	3	4	4	4
Jago	3	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4
Kargo	1	0	0	0	2	4	0	2	4	4	3	1	3	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	4
Maja	1	0	0	2	4	3	0	4	4	4	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
Matejko	4	4	0	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mieszko	0	0	0	0	3	4	0	4	4	3	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Migo	0	0	0	0	4	4	4	4	4	x	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Milewo	0	0	0	0	3	4	0	4	4	3	3	2	4	4	4	4	2	4	4	4	0	3	4	4
Milkaro	0	0	0	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4
Nagono	0	0	0	0	2	2	2	2	4	3	4	3	4	3	4	3	3	2	4	4	3	4	4	4
Wanad	2	3	1	1	4	3	2	2	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4	4	4
Rye																								
Żyto																								
Caroas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0i4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
D. Złote	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0i3	0	0	0	0	0i4	0	0	0i4
D. Diament	0	0	0	0	0	0i4	0i3	0	0	0	0	0i4	0i1	0	0i3	0	0	0	0	0	0i2	0	0	0
Herakles	0	0	0	0	0	0i4	0	0	0	0	0	0	0i2	0	0i2	0	2	0i4	0	0	0	0	0	0
Agronom F1	0	0	0	0	0	0	0i3	0i3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amatto F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0i2	0i3	0	0i2	0i4	0	0	0i3	0i2	0
Balistic F1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0i2	0i3	0i3	0i4	0i3	0	0	0i2	0i2	0	0	0i2	0
Ballami F1	0	0	0	0	0	0i4	0i3	0i3	0	0	0	0	0	0i2	4	3	0i3	0i2	0i4	0	0i3	0	0i2	3
Fugato F1	0	0	0	0	0	0	0i3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Minello F1	0	0	0	0	0	0i3	0	0i3	0i2	0	0	0i2	0	0	0i2	0i3	0i2	0i4	0i4	3	0i3	0i3	3	3
Picasso F1	0	0	0	0	0	0	0i2	0	0	0	0	0	0	0	0i2	0	0i4	0	0	0	0	0	0	0
Placid F1	0	0	0	0	0	0i2	0	0	0	0	0	0	0	0	0i3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rasant F1	0	0	0	0	0	0i4	0i3	0	0	0	0	0	0	0	0i3	0	0i2	0	0	0	0	0	0	0
Visello F1	0	0	0	0	0	0i4	0	0	0	0	0	0i3	0i3	0	0	0i3	0	0i2	0i2	0i3	0	0	0	0

Odmiana Cultivar	Izolaty — Isolate																					
	BgT GRH 5 - 1 ^(b)	BgT Przeclaw 21 ^(b)	BgT Przeclaw 24 ^(b)	BgT Dębina 1 ^(b)	BgT CHR 18 ^(b)	BgT MAS 1 ^(b)	BgT MAS 17 ^(b)	BgT KOH 19 ^(b)	BgT 928 ^(b)	BgT KOH 5 ^(b)	BgT 9 ^(b)	BgT UHN12/11 ^(b)	BgT Przeclaw 24,12,1b	BgT BKH 1/09 ^(b)	BgT BKH 3/09 ^(b)	BgT BHK 2 ^(b)	BgT STH 21 ^(b)	BgT STH 20 ^(b)	BgT L28 ^(b)	Bgs 1 ^(c)	Bgs 2 ^(c)	
1	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Pszennyto ozime Winter triticale																						
Alekt	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Algoso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Aliko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Almo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Alzo	4	3	3	4	2	4	2	4	4	0	4	0	4	4	4	4	0	4	4	2	0	0
Atletiko	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	3
Baltiko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	0	0
Beta	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1
Bogo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	1
Bolero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Borwo	4	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chrono	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	0	0
Dagro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	3	4	0	0
Dinaro	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Disco	3	3	4	3	0	0	2	4	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0
Eldorado	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Fidelio	0	4	4	4	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gniewko	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Grenado	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hewo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Hortenso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Janko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Kazo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Kitaro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Krakowiak	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
Lamberto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0
Largo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0
Lasko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Magnat	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malno	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	2	0
Marko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	x	x	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Moderato	3	4	4	4	4	2	4	2	2	0	0	2	4	4	0	2	2	0	2	0	0	0
Moniko	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2
Moreno	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
Nemo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Ordo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Pawo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Piano	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2
Pigmej	0	4	4	4	0	0	0	4	4	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinokio	0	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Prado	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Prego	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Presto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	0

1	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Pronto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	2	0
Salvo	4	3	4	4	4	4	2	2	4	2	2	4	0	2	2	4	1	2	2	0	0
Sekundo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0
Sorento	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	0
Tewo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Todan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	3
Tornado	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0
Trigold	3	4	3	3	2	2	4	2	2	4	3	4	4	4	4	2	2	0	0	0	0
Trimester	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Trismart	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	2
Tulus	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	3	4	4	4	4	4	4	0	4	3	2
Ugo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0
Vero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	0	0
Witon	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2
Woltario	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	2	4	0	0
Zorro	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
Pszenżyto jare																					
Spring triticales																					
Andrus	3	0	4	3	4	4	4	4	4	2	3	2	4	2	4	3	2	2	2	0	0
Dublet	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	0
Gabo	4	3	4	3	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Jago	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0
Kargo	4	4	4	4	3	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	3	4	2	2	3	3
Maja	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2
Matejko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Mieszko	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2	4	4	4	4	4	3	3
Migo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	0	3
Milewo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	0	4	4	4	4	4	4	3	2
Milkaro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	3	2	0	4	0	0
Nagono	4	4	4	4	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	0	0	2	2
Wanad	4	3	4	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	2
Żyto																					
Rye																					
Caroas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Dańkowskie Złote	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Dańkowskie Diament	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Herakles	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0i3	0	0	0	0	0	0	4	4
Agronom F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0i4	0	0	0	0	0	0	4	4
Amatto F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Balistic F1	3	0	0	0	2	0	0	0	0i2	0i3	0	0	0	0	0	0i4	0	0	0	4	4
Ballami F1	0	0	0	0	0	0i4	0	0	4	0i3	0i2	0i4	0i4	0	0i4	0i4	0	0	0	4	4
Fugato F1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0i4	0	0	0	0	0	0	x	X
Minello F1	3	0	0	0	0	0	0i2	0	0i2	0i4	0i2	0i4	0i4	0	0i4	0	0	0i4	0	4	4
Picasso F1	0	0	0	0	0	0	0i2	0	0i2	0i2	0	0i2	0	0	0	0	0	0i3	0	4	4
Placid F1	0	0	0	0	2	0	0i2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0i3	0	4	4
Rasant F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Visello F1	0	0	0	0	0	0	0i2	0	0	0	0	0i2	0	0	0	0	0	0i3	0	4	4

^a — *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* isolates — izolat z pszenicy.

^b — *Blumeria graminis* isolates collected from triticales — izolat z pszenżyta

^c — *Blumeria graminis* f.sp. *secalis* isolates — izolat z żyta

Izolaty mączniaka prawdziwego pochodzenia pszenicznego i żytniego charakteryzowały się mniejszym zakresem patogeniczności w stosunku do odmian pszenżyta niż izolaty pochodzenia pszenżytniego. Wszystkie izolaty charakteryzowały się większym

zakresem wirulencji w stosunku do odmian pszenżyta jarego w porównaniu do odmian ozimych. Na 13 badanych odmian jarych, 7 odznaczało się odpornością na izolaty *B. graminis* f.sp. *secalis*, zaś 9 na zakażenie izolatami pochodzącymi z pszenicy. Z ogólnej liczby 72 badanych odmian pszenżyta 53 wykazało odporność na zakażenie *B. graminis* f.sp. *secalis*, natomiast 62 na zakażenie izolatami *B. graminis* f.sp. *tritici*.

Użyte w badaniach izolaty pochodzące z pszenżyta były w różnym stopniu wirulentne w stosunku do wszystkich ocenianych odmian pszenżyta. Wysoką odpornością w ocenianym zestawie 72 odmian pszenżyta charakteryzowały się odmiany ozime Grenado i Dinaro, odporne odpowiednio na 37 i 36 izolatów. Dobrą odporność w stosunku do kolekcji 39 izolatów z pszenżyta wykazały odmiany pszenżyta ozimego: Alekto, Atletico, Beta, Borwo, Disco, Fidelio, Gniewko, Magnat, Moniko, Pigmej, Pinokio i Prado, dla których liczba izolatów awirulentnych była większa niż 20, podczas gdy dla odmian pszenżyta jarego jedynie odmiana Nagano charakteryzowała się odpornością w stosunku do 18 izolatów. Na 72 badane odmiany pszenżyta 13 odmian ozimych: Algosgo, Boggo, Hortenso, Kazo, Kitaro, Krakowiak, Lamberto, Moreno, Prego, Secundo, Trimester, Ugo, Witon oraz 2 odmiany jare: Matejko i Migo były podatne na wszystkie izolaty pochodzące z pszenżyta.

Użyte w badaniach izolaty *B. graminis* f.sp. *tritici* były awirulentne względem odmian żyta wykorzystanych w zestawie testowym. Natomiast izolaty *B. graminis* f.sp. *secalis* były wirulentne względem wszystkich odmian żyta. Izolaty *B. graminis* pobrane z pszenżyta były w różnym stopniu wirulentne wobec odmian żyta wykorzystanych w doświadczeniu. Obserwowano reakcje od pełnej odporności do pełnej podatności. Niemniej u wielu odmian żyta obserwowano heterogeniczną reakcję odporności na zakażenie mączniakiem prawdziwym zebranych na pszenżycie.

Zestawienie liczbowe odmian pszenżyta ozimego i jarego podatnych na porażenie izolatami *Blumeria graminis* ff.ssp. wyodrębnionymi z pszenżyta, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* oraz *Blumeria graminis* f.sp. *secalis*. przedstawia tabela 5. Można stwierdzić, że wirulencja izolatów *B. graminis* ff.ssp. zebranych z pszenżyta była wyższa w stosunku do odmian pszenżyta niż do odmian pszenicy ze znanymi genami odporności. Najwyższą wirulencją charakteryzował się izolat BgT UHN22-28, porażając 68 odmian pszenżyta, w tym 55 odmian ozimych i wszystkie odmiany jare. Jednocześnie izolat ten porażał 16 odmian i linii testowych o znanych genach odporności na mączniaka. Z kolei izolat BgT Dębina1 charakteryzował się najwyższą wirulencją w stosunku do odmian o znanych genach odporności na mączniaka, poraził 19 z 25 odmian pszenicy zestawu testowego.

Na podstawie wyników reakcji odmian pszenicy, których odporność na mączniaka prawdziwego jest warunkowana znanymi genami, podjęto próbę postulowania genów odporności u odmian pszenżyta. Stwierdzono, że kombinacje wirulencji i awirulencji reprezentowane przez utworzoną kolekcję 45 izolatów nie pozwalają jednoznacznie określić genów odporności *Pm* na mączniaka prawdziwego występujących w badanych odmianach pszenżyta.

Tabela 5

Zestawienie liczbowe podatnych odmian pszenżyta ozimego i jarego na porażenie izolatami *Blumeria graminis* wyodrębnionymi z pszenżyta, pszenicy i żyta

The numbers of cultivars of winter and spring triticale susceptible to inoculation with *Blumeria graminis* originated from triticale, wheat and rye

Patogen Pathogen	Izolat Isolate	Liczba podatnych odmian pszenżyta ozimego No. of susceptible cultivars of winter triticale	Procent z ogółu Percentage	Liczba podatnych odmian pszenżyta jarego No. of susceptible cultivars of spring triticale	Procent z ogółu Percentage
1	2	3	4	5	6
<i>Blumeria graminis</i> ff.ssp. z pszenżyta <i>Blumeria graminis</i> ff.ssp. from triticale	BgT KOH2	23	38,98	9	69,23
	BgT Przecl. 24/13	30	50,85	4	30,77
	BgT KOH 209	26	44,07	9	69,23
	BgT GRH 1409	30	50,85	13	100,00
	BgT GLO 15-6	37	62,71	9	69,23
	BgT STH 20	40	67,80	9	69,23
	BgT 9	36	61,02	13	100,00
	BgT MAH 1509	40	67,80	9	69,23
	BgT STH 21	36	61,02	13	100,00
	BgT WRO209	37	62,71	13	100,00
	BgT WRO 209	42	71,19	10	76,92
	BgT BKH 3/09	42	71,19	10	76,92
	BgT L28	41	69,49	11	84,62
	BgT UHN12/11	42	71,19	11	84,62
	BgT BHK 2	46	77,97	7	53,85
	BgT KOH 5	42	71,19	11	84,62
	BgT MAS17	42	71,19	12	92,31
	BgT CHR 18	43	72,88	11	84,62
	BgT GRH809	43	72,88	11	84,62
	BgT MAS 1	42	71,19	13	100,00
	BgT GRH 1609	43	72,88	12	92,31
	BgT RAH 709	45	76,27	11	84,62
	BgT 15	46	77,97	10	76,92
	BgT BKH 1/09	44	74,58	13	100,00
	BgT 928	47	79,66	10	76,92
	BgT KOH 19	50	84,75	7	53,85
	BgT RAH 609	45	76,27	13	100,00
	BgT GRH 3-15	45	76,27	13	100,00
	BgT GRH 5 - 1	46	77,97	13	100,00
	BgT GLO 1109	50	84,75	10	76,92
	BgT KOH 23	48	81,36	13	100,00
	BgT UHN 21-11	49	83,05	13	100,00
	BgT GLO 909	51	86,44	11	84,62
	BgT MAS 109	52	88,14	12	92,31
	BgT Przeclaw 21	52	88,14	13	100,00
	BgT Dębina 1	54	91,53	11	84,62
	BgT UHN 12-25	53	89,83	13	100,00
	BgT Przeclaw 24	55	93,22	13	100,00
	BgT UHN 22 -28	2	3,39	0	0,00

1	2	3	4	5	6
<i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>tritici</i>	Bgt 8	1	1,69	1	7,69
	Bgt Kadett	4	6,78	2	15,38
	Bgt 12	6	10,17	4	30,77
	Bgt 28	3	5,08	4	30,77
<i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>secalis</i>	Bgs 2	3	5,08	4	30,77
	Bgs 1	9	15,25	5	38,46

DYSKUSJA

Wprowadzone w Polsce z początkiem lat 80. ubiegłego wieku do uprawy pszenżyto było wolne od chorób powszechnie występujących na pszenicy i życie (Wakuliński in., 2005). W miarę przyrostu powierzchni uprawy tego gatunku na przestrzeni lat, mechanizmy odpornościowe na patogeny zostały przełamane. Obecnie jest ono porażane przez wiele grzybów występujących zarówno na pszenicy, jak i na życie. Należą do nich: *Blumeria graminis*, *Puccinia triticina*, *Puccinia striiformis*, *Rhynchosporium secalis*, *Stagonospora ssp.*, *Fusarium ssp.* (Wakuliński i in., 2005; Strzembicka i in., 2011). Hodowla odpornościowa na stesy biotyczne jest jedną z ważnych metod ochrony roślin. Dlatego stopień odporności odmian na choroby, w tym na mączniaka prawdziwego, jest jednym z podstawowych kryteriów świadczących o ich przydatności dla rolnictwa zrównoważonego, organicznego i ekologicznego (Bennett, 1984).

Badania Cichego i Olejniczaka (2010) nad mączniakiem pszenżyta wskazują, iż przełamywanie odporności pszenżyta przez tego patogena obserwowane jest na terenie całego kraju. Proces przełamywania odporności nowych odmian pszenżyta następuje w krótkim okresie, o czym świadczą badania publikowane każdego roku przez COBORU (2003–2012), badania Cichego i Olejniczaka (2010) oraz Wakulińskiego i in. (2007). W przeprowadzonych badaniach odmiany starsze, Lamberto i Moreno były podatne na wszystkie izolaty *B. graminis* ff.ssp. podczas gdy odmiana Grenado zarejestrowana stosunkowo niedawno wykazała wrażliwość tylko na dwa.

Reakcja zestawu odmian testowych na zakażenie izolatami mączniaka prawdziwego z pszenżyta jest różna od reakcji na zakażenie izolatami *B. graminis* f.sp. *tritici* i *B. graminis* f.sp. *secalis* (tab. 3). Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, iż na gospodarzu, jakim jest pszenżyto, występuje wyspecjalizowany patotyp grzyba *B. graminis*. Do tej pory jednak nie uzyskano jednoznacznych wyników badań dla potwierdzenia tej hipotezy. W badaniach Walkera i in. (2010) na podstawie testów fenotypowych oraz testów tolerancji na fungicydy wykazano odrębność izolatów mączniaka prawdziwego pochodzenia pszenżytnego w stosunku do izolatów *B. graminis* f.sp. *tritici* oraz *B. graminis* f.sp. *secalis*. Jednakże autorzy nie byli w stanie jednoznacznie odróżnić izolatów *B. graminis* f.sp. *tritici* od izolatów mączniaka prawdziwego pozyskanych z odmian pszenżyta za pomocą zastosowanych markerów molekularnych, które okazały się w niewystarczającym stopniu polimorficzne. W celu uzyskania polimorfizmu DNA badanych izolatów grzyba *B. graminis* wskazane byłoby przebadanie większej liczby izolatów mączniaka

prawdziwego pochodzenia pszenżytniego oraz zastosowanie markerów mikrosatelitarnych i AFLP w dalszych badaniach. Kolekcja izolatów mączniaka prawdziwego pochodzenia pszenżytniego uzyskana w wyniku badań własnych mogłaby w przyszłości posłużyć jako materiał do badań filogenetycznych z wykorzystaniem markerów molekularnych.

Wielu autorów zwraca uwagę na duży potencjał mączniaka prawdziwego w przełamaniu źródeł odporności, wskazując konieczność poszukiwania nowych źródeł odporności na mączniaka prawdziwego występującego na pszenżycie (Strzembicka i in., 2007; Wakuliński i in., 2007; Walker i in., 2010; Kowalczyk i in., 2011). Szczególnie cenne mogą okazać się odmiany żyta i dzikie gatunki traw, a także transfer efektywnych genów odporności *Pm* z pszenicy do pszenżyta (He i in., 2009; Li i in., 2009; Kowalczyk i in., 2011) oraz piramidowanie genów odporności (Kowalczyk i in., 2011). Do czasu wprowadzenia nowych odpornych odmian pszenżyta konieczna jest kontrola patogenu za pomocą odpowiednich fungicydów.

WNIOSKI

1. Populacja *Blumeria graminis* f. ssp. występująca na pszenżycie w Polsce charakteryzuje się szerokim spektrum patogeniczności w stosunku do badanych odmian pszenżyta.
2. Uprawiane w Polsce odmiany pszenżyta są podatne lub bardzo podatne na populację mączniaka prawdziwego zbóż. W prowadzonych badaniach jedynie odmiana Grenado odznaczała się wysoką odpornością.
3. Izolaty *B. graminis* ff.ssp., wyodrębnione z pszenicy i żyta, charakteryzują się niską wirulencją w stosunku do pszenżyta.

LITERATURA

- Bennett F. G. A. 1984. Resistance to powdery mildew in wheat: A review of its use in agriculture and breeding programmers. *Plant Pathology* 33: 279 — 300.
- Bowen K. L., Everts K. L., Leath S. 1991. Reduction in yield of winter wheat in North Carolina due to powdery mildew and leaf rust. *Phytopathology* 81: 503 — 511.
- Cichy H., Olejniczak J. 2010. Podatność odmian pszenżyta ozimego na mączniaka zbóż w warunkach polowych i szklarniowych. *Progress in Plant Protection* 50 (4): 1779 — 1784.
- Filoda G. 2009. Zagrożenie upraw pszenżyta ozimego przez rdze. *Progress In Plant Protection* 49 (2): 623 — 626.
- Griffey C. A., Das M. K. 1994. Inheritance of adult — plant resistance to powdery mildew in Knox 62 and Massey winter wheats. *Crop Sci.* 34: 641 — 646.
- He R. L., Chang Z. J., Yang Z. J., Yuan Z. Y., Zhan H. X., Zhang Z. J., Liu J. X. 2009. Inheritance and mapping of powdery mildew resistance gene *Pm43* introgressed from *Thinopyrum intermedium* into wheat. *Theor. Appl. Genet.* 118: 1173 — 1180.
- Jańczak C., Pawlak A. 2002. Rdza — corocznie występująca choroba zbóż. *Progress In Plant Protection* 42 (2): 864 — 867.
- Kowalczyk K., Gruszecka D., Nowak M., Leśniowska-Nowak J, 2011. Resistance of triticale hybrids with *Pm4b* and *Pm6* genes to powdery mildew. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 53/1: 57 — 62.
- Li G., Fang T., Zhang H., Xie C., Yang T., Sun Q., Liu Z. 2009. Molecular identification of a new powdery mildew resistance gene *Pm41* on chromosome 3BL derived from wild emmer (*Triticum turgidum* var. *dicoccoides*) *Theor. Appl. Genet.* 119: 531 — 539.

- Mains E. B., Dietz S. M. 1930. Physiologic forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* Marchal. *Phytopathol.* 20: 229 — 239.
- Strzembicka A. 2007. Występowanie mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* sp.) na pszenżycie w Polsce. Konferencja Naukowa „Nauka dla hodowli roślin uprawnych”. Zakopane, 29.01-02.02.2007, Streszczenie str. 42.
- Strzembicka A., Czajowski G., Karska K. 2011. Chorobotwórczość *Blumeria graminis* sprawcy mączniaka prawdziwego pszenicy i pszenżyta. Konferencja Naukowa „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych”. Zakopane, 7-11.02.2011, streszczenie: 166 s.
- Wakuliński W., Zamorski Cz., Nowicki B., Schollenberger M., Mirzwa-Mróz E., Mikulski W., Konieczny M. 2005. Grzyb *Blumeria graminis* (DC) Speer poważnym zagrożeniem dla pszenżyta. *Progress In Plant Protection* 45: 505 — 510.
- Wakuliński W., Zamorski Cz., Nowicki B. 2007. Podatność odmian i linii hodowlanych pszenżyta na porażenie przez *Blumeria graminis* (DC) Speer. *Progress In Plant Protection* 47: 361 — 365.
- Walker A.S., Bouguennec A., Confais J., Morgant G., Leroux P. 2010. Evidence of host-range expansion from new powdery mildew (*Blumeria graminis*) infections of triticale (*x Triticosecale*) in France. *Plant Pathology*. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2010.02379.x.
- Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415 — 421.