

Susceptibility of five winter wheat cultivars to *Rhizoctonia cerealis* and *R. solani*

Wrażliwość pięciu odmian pszenicy ozimej na *Rhizoctonia cerealis* i *R. solani*

Krzysztof J. Płonka, Justyna Roj

Summary

The aim of the studies was to determine whether severity of sharp eyespot symptoms on winter wheat plants depended on cultivar. The trials were carried out in glasshouse conditions in pots with soil and incorporated artificial inoculation. There were five winter wheat cultivars tested: Muszelka, Buteo, Bogatka, Zyta and Nadobna. Severity of sharp eyespot differed significantly depending on winter wheat cultivar as well as on *Rhizoctonia* species used as inoculum. Out of five tested cultivars, severity of sharp eyespot caused by *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven was highest on plants of Bogatka cultivar, in case of *Rhizoctonia solani* Kühn as causal agent, the highest severity of disease was found on plants of Nadobna cultivar. Buteo cultivar was moderately susceptible to *R. cerealis* and *R. solani*.

Key words: *Rhizoctonia*, winter wheat, cultivars, inoculation

Streszczenie

Celem badań było określenie, czy nasilenie objawów ostrej plamistości oczkowej na roślinach pszenicy ozimej zależało od jej odmiany. Doświadczenia przeprowadzono w warunkach szklarniowych, w doniczkach z podłożem, z wykorzystaniem sztucznej inokulacji. Badano pięć odmian pszenicy ozimej: Muszelka, Buteo, Bogatka, Zyta oraz Nadobna. Stwierdzono istotne różnice w nasileniu objawów ostrej plamistości oczkowej w zależności od odmiany pszenicy ozimej, jak również od gatunku *Rhizoctonia* użytego jako inokulum. Spośród pięciu badanych odmian nasilenie ostrej plamistości oczkowej, powodowanej przez *Rhizoctonia cerealis* van der Hoeven było, największe na roślinach odmiany Bogatka, w przypadku *Rhizoctonia solani* Kühn jako czynnika sprawczego, największe nasilenie choroby występowało u roślin odmiany Nadobna. Odmiana Buteo była średnio wrażliwa na *R. cerealis* i *R. solani*.

Słowa kluczowe: *Rhizoctonia*, pszenica ozima, odmiany, inokulacja

Institut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Sośnicowice
Gliwicka 29, 44-153 Sośnicowice
k.plonka@ior.gliwice.pl

Wstęp / Introduction

Grzyby z rodzaju *Rhizoctonia*, reprezentowane między innymi przez *Rhizoctonia solani* i *Rhizoctonia cerealis*, występują jako organizmy sprawcze zgorzeli siewek (Wiese 1987; Oakley i Clark 2000; Singleton 2002). Ze względu na fakt, iż rośliny często giną wkrótce po skiełkowaniu, a w kompleksie występuje szereg organizmów sprawczych, rozgraniczenie pomiędzy poszczególnymi gatunkami jest trudne, a przypisanie znaczenia konkretnym gatunkom patogenów na tym etapie rozwoju rośliny uprawnej obarczone dużym błędem.

R. cerealis jest głównym organizmem sprawczym ostrej plamistości oczkowej (Lipps i Herr 1982; Clarkson i Cook 1983; Hollins i wsp. 1983; Weber i Zdziebkowski 1989), choroby występującej w kompleksie chorób podstawy źdźbła, obok łamliwości źdźbła oraz fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła. *R. solani* jako patogen wymieniana jest przede wszystkim w kontekście chorób korzeni roślin i zgorzeli okołowschodowej (Ogoshi i wsp. 1990; Burpee i Martin 1992; MacNish i Neate 1996; Singleton 2002; Tomaso-Peterson i Trevathan 2007), a znacznie rzadziej w kontekście ostrej plamistości oczkowej (Chen i wsp. 1986; Demirci 1998). Mimo iż uważano, że choroba nie ma dużego znaczenia gospodarczego, a pozostałe wymienione choroby charakteryzują się znacznie wyższą ekspansywnością, to w ostatnich latach obserwuje się zwiększone nasilenie infekcji zbóż przez tego grzyba (Hamada i wsp. 2011b).

Mniejsza ekspansywność gatunków z rodzaju *Rhizoctonia* jest spowodowana między innymi biologią tych patogenów, a szczególnie przez fakt, iż nie wytwarzają one zarodników w stadium niedoskonałym, zimują w postaci grzybni oraz struktur przetrwalnikowych (sklerocjów) w glebie i resztkach poźniwnych (Parmeter 1970) i rozprzestrzeniane są przez sprzęt używany podczas zabiegów uprawowych. Jednak, w przypadkach dużego udziału zbóż w płodozmianie, charakterystycznego dla naszego kraju, stosowania uprawy uproszczonej oraz chemicznego zwalczania antagonistycznych konkurentów, jak na przykład grzybów powodujących łamliwość źdźbła (Kapoor i Hoffman 1984; Bateman 1989), znaczenie gatunków rodzaju *Rhizoctonia* wzrasta (Hamada i wsp. 2011b). W doniesieniach z różnych regionów świata dotyczących skuteczności ochrony chemicznej w zwalczaniu grzybów z rodzaju *Rhizoctonia* istnieje duże zróżnicowanie w opiniach. Część badaczy twierdzi, że istnieją skuteczne metody ochrony chemicznej (Kataria i wsp. 1991; Kuroski i wsp. 2007; Hamada i wsp. 2011a), a inni zauważyli, że pewne fungicydy, szczególnie te używane w ochronie roślin przed chorobami o większym znaczeniu, jak łamliwość źdźbła, nie działają przeciwko grzybom z rodzaju *Rhizoctonia* (Bateman 1989). Powyższe względy powodują, że w przypadkach, kiedy możliwość stosowania prawidłowego płodozmiaru oraz klasycznych zabiegów uprawowych jest wykluczona, konieczny jest wybór odmiany rośliny uprawnej, która w mniejszym stopniu będzie wrażliwa na tego patogena (Hamada i wsp. 2011b). Ponadto szerokie spektrum gatunków podatnych na infekcję przez grzyby rodzaju *Rhizoctonia* może powodować nieskuteczność stosowania płodozmiaru w

zmniejszaniu ryzyka infekcji (Tomaso-Pedersen i Trevathan 2007; Lemańczyk 2010), dodatkowo podnosząc istotność stosowania odpornych odmian.

Materiały i metody / Materials and methods

W pracy użyto po jednym izolacie *R. cerealis* van der Hoeven (*R. cerealis* ex Stein) i *R. solani* Kühn (AG5 PL Stein) otrzymanych z laboratorium Syngenta w Maintal. Przeprowadzono dwa odrębne wieloczynnikowe doświadczenia, określane w tabelach jako Seria 1 i Seria 2.

Doświadczenia prowadzono w szklarni, w doniczkach o średnicy 13 cm. Każdą z doniczek wypełniano 400 g mieszanki ziemia-piasek w proporcji 5:1 (Ziemia do kwiatów, P.P.H.U. Centrum Ogrodnicze Joneczko S.C.). Do uzyskanego w ten sposób podłoża wysiewano po 15 dorodnych nasion pszenicy ozimej, umieszczając je na głębokości 1 cm i zasypując otaczającą ziemią. Następnie na powierzchnię podłoża nad każdym z nasion zakraplano po 0,5 ml 1% środka Antywylegacz płynny 675 SL (Rokita Agro – Brzeg Dolny, substancja aktywna chlorek chlorkiemkwatu) i przykrywano 100 g piasku.

Dla każdej z 5 odmian pszenicy (Muszelka, Buteo, Bogatka, Zyta, Nadobna) przygotowano po 3 zestawy po 7 doniczek. Jeden z zestawów służył jako nieinokulowana kontrola, pozostałe zestawy inokulowano jednym z grzybów. Jako inokulum posłużyły krążki z 10-dniowych kultur odpowiedniego izolatu grzyba. Do każdej zakażanej doniczki dodawano 7 krążków inokulum o średnicy 0,5 cm każdy. Następnie przykrywano inokulum 50 g mieszanki podłoża.

Doniczki inkubowano przez 8 tygodni w 18–20°C przy długości dnia 18 h, w warunkach umiarkowanej wilgotności gleby.

Po około 2–3 tygodniach liczone wschody roślin oraz odnotowywano liczbę roślin wykazujących objawy porażenia przez *Rhizoctonia*. W przypadku wystąpienia roślin całkowicie zamarłych usuwano je z doniczek, odnotowując ten fakt w celach informacyjnych, a z uzyskanego w ten sposób materiału roślinnego pobierano fragmenty porażonych tkanek i wykładano na szalki Petriego z pożywką PDA (Potato Dextrose Agar) w celu wyhodowania kultur i określenia ich przynależności do gatunku.

Po 4 tygodniach od siewu rośliny nawożono 3 g nawozu granulowanego otoczkowego (Osmocote Start, Scotts, 12 N, 11 P, 17 K, 2 MgO, + B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn).

Po 8 tygodniach od siewu oceniano procent porażonych roślin oraz stopień porażenia podstaw źdźbła w skali 4-stopniowej (1 – brak objawów; 2 – od delikatnego przebarwienia do wyraźnych objawów plamistości oczkowej, poniżej 50% obwodu źdźbła; 3 – wyraźne objawy plamistości oczkowej, ponad 50% obwodu źdźbła, źdźbło nadal twarde; 4 – objawy plamistości oczkowej na całym obwodzie, źdźbło miękkie, łatwe do złamania lub przerwane). Wskaźniki porażenia skompensowano, obliczając wartości dla próby roślin pomniejszonej odpowiednio o odnotowaną liczbę roślin zamarłych.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu Statistica 8.0 firmy StatSoft, Inc.,

stosując jedno- i wieloczynnikową analizę wariancji oraz test Duncana dla grup jednorodnych przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Symptomy porażenia roślin przez grzyby rodzaju *Rhizoctonia* obserwowano bezpośrednio po wschodach, jednakże objawy w tym okresie są niespecyficzne dla ostrej plamistości oczkowej. Część roślin nie przeżywa do późniejszego okresu rozwoju, jednakże fakt ten odzwierciedla analogiczną sytuację w przypadku naturalnej infekcji oraz jest niemożliwy do wyeliminowania. Wspomniane porażenie klasyfikuje się jako inne kompleksy chorobowe – zgorzel siewek „seedling blight” lub „brown root rot”, których przyczyną może być szereg grzybów, głównie z rodzajów: *Fusarium*, *Pythium* oraz *Rhizoctonia* (Wiese 1987; Murray i wsp. 1998; Oakley i Clark 2000; Singleton 2002) lub zgorzel wiosenną „spring blight” (Hubert 2010). Liczby zmarłych roślin poszczególnych odmian pszenicy nie różniły się w stopniu statystycznie istotnym w doświadczeniu pierwszym oraz przy analizie łącznej obu doświadczeń. Różnicę zanotowano wyłącznie pomiędzy odmianami Zyta i Buteo w doświadczeniu drugim (tab. 2–4).

Stwierdzono, iż wszystkie odmiany były w pewnym stopniu podatne na porażenie przez grzyby rodzaju *Rhizoctonia*. Niemniej, zarówno wskaźnik porażenia obliczony zgodnie z European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) PP1/28(3), jak i procent porażonych roślin, różniły się statystycznie istotnie w zależności od odmiany (tab. 1), co potwierdza doniesienia o występowaniu odmian odpornych (Bateman i wsp. 2000; Hubert 2010; Hamada i wsp. 2011b; Liu i wsp. 2011). Zgodnie z oczekiwaniami zaobserwowano również istotne różnice w natężeniu objawów w zależności od gatunku grzyba użytego jako inokulum, a w przypadku *R. cerealis* również różnice pomiędzy doświadczeniami. Wyniki zgadzają się z doniesieniami literaturowymi, gdzie *R. cerealis* uważana jest za główny czynnik sprawczy ostrej plamistości oczkowej (Lipps i Herr 1982; Clarkson i Cook 1983; Hollins i wsp. 1983; Weber i Zdziebkowski 1989). Rola *R. solani* w powodowaniu ostrej plamistości oczkowej wydaje się być mniejsza, a opracowania naukowe podają bądź mniejsze wartości porażenia (Weber i Zdziebkowski 1989) bądź też są bardzo ostrożne w sformułowaniach i powołują się na konieczność dalszych badań (Furgał-Węgrzycka i wsp. 1996, 1997). Występowanie w obrębie gatunku *R. solani* aż 13 taksonomicznie

Tabela 1. Natężenie występowania objawów ostrej plamistości oczkowej

Table 1. Intensity of sharp eyespot symptoms

Odmiana Cultivar	Wskaźnik porażenia zgodnie z EPPO PP1/28(3) Infection index according to EPPO PP1/28(3)	Procent porażonych roślin Percent of infected plants
Muszelka	0,147 a	21,93 a
Buteo	0,220 bc	32,92 c
Bogatka	0,242 c	31,85 bc
Zyta	0,176 ab	25,92 ab
Nadobna	0,201 bc	27,35 abc

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie $p = 0,05$

Values marked with different letters are significantly different at $p = 0.05$

Tabela 2. Średnie wartości parametrów porażenia w zależności od doświadczenia

Table 2. Mean values of infection parameters depending on the experiment

Seria Series	Inokulum Inoculum	Wskaźnik porażenia zgodnie z EPPO PP1/28(3) Infection index according to EPPO PP1/28(3)	Procent porażonych roślin Percent of infected plants	Liczba roślin zmarłych Count of dead plants
1	kontrola untreated	0,002 a	0,22 a	0,66 ab
2		0,000 a	0,00 a	0,29 a
Średnio* – Average*		0,001 A	0,11 A	0,47 A
1	<i>R. cerealis</i>	0,361 c	53,81 d	5,11 d
2		0,397 c	46,10 c	2,31 c
Średnio* – Average*		0,379 C	49,95 C	3,71 C
1	<i>R. solani</i>	0,224 b	32,80 b	1,54 bc
2		0,199 b	35,05 b	0,94 ab
Średnio* – Average*		0,212 B	33,92 B	1,24 B

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie $p = 0,05$

Values marked with different letters are significantly different at $p = 0.05$

*statystyka obliczona dla danych z dwóch doświadczeń łącznie (Seria 1 i 2)

*statistics calculated for data obtained from two experiments (Series 1 and 2)

Tabela 3. Porażenie roślin wybranych odmian pszenicy ozimej przez *R. cerealis*
Table 3. Plant infection of selected winter wheat cultivars by *R. cerealis*

Odmiana Cultivar	Wskaźnik porażenia zgodnie z Infection index according to EPPO PP1/28(3)			Procent porażonych roślin % of infected plants			Liczba roślin zamarłych Count of dead plants		
	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2
Muszelka	0,174 a	0,389 a	0,282 a	31,48 a	45,71 ab	38,60 a	3,86 a	2,43 ab	3,14 a
Buteo	0,531 c	0,375 a	0,453 b	77,45 c	50,48 bc	63,97 b	5,00 a	1,00 a	3,00 a
Bogatka	0,490 c	0,595 b	0,542 b	68,12 c	66,67 c	67,39 b	6,14 a	2,00 ab	4,07 a
Zyta	0,349 ab	0,295 a	0,322 a	55,95 bc	29,52 a	42,74 a	6,86 a	3,29 b	5,07 a
Nadobna	0,263 a	0,333 a	0,298 a	36,03 ab	38,10 ab	37,06 a	3,71 a	2,86 ab	3,29 a
NIR (0,05)* LSD (0,05)*	0,212	0,144	0,126	21,91	19,21	14,29	4,32	2,05	2,35

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie $p = 0,05$

Values marked with different letters are significantly different at $p = 0.05$

*statystyka obliczona dla danych z każdego doświadczenia odrębnie (Seria 1, Seria 2) oraz łącznie (Seria 1 i 2)

*statistics calculated separately for data obtained from each experiment (Series 1 and Series 2) and altogether (Series 1, 2)

Tabela 4. Porażenie roślin wybranych odmian pszenicy ozimej przez *R. solani*
Table 4. Plant infection of selected winter wheat cultivars by *R. solani*

Odmiana Cultivar	Wskaźnik porażenia zgodnie z Infection index according to EPPO PP1/28(3)			Procent porażonych roślin % of infected plants			Liczba roślin zamarłych Count of dead plants		
	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2	Seria – Series 1	Seria – Series 2	Seria – Series 1, 2
Muszelka	0,114 a	0,202 a	0,158 a	18,17 a	36,19 ab	27,18 a	1,29 a	0,57 a	0,93 a
Buteo	0,244 ab	0,170 a	0,207 a	40,08 b	29,52 ab	34,80 ab	0,71 a	1,57 a	1,14 a
Bogatka	0,194 a	0,175 a	0,185 a	28,69 ab	27,62 a	28,16 a	0,86 a	0,57 a	0,71 a
Zyta	0,234 ab	0,168 a	0,201 a	32,76 ab	36,19 ab	34,47 ab	2,43 a	0,57 a	1,50 a
Nadobna	0,332 b	0,281 a	0,307 b	44,29 b	45,71 b	45,00 b	2,43 a	1,43 a	1,93 a
NIR (0,05)* LSD (0,05)*	0,125	0,113	0,083	15,79	15,74	10,93	2,12	1,52	1,28

Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy poziomie $p = 0,05$

Values marked with different letters are significantly different at $p = 0.05$

*statystyka obliczona dla danych z każdego doświadczenia odrębnie (Seria 1, Seria 2) oraz łącznie (Seria 1 i 2)

*statistics calculated separately for data obtained from each experiment (Series 1 and Series 2) and altogether (Series 1, 2)

odrębnych grup anastomozowych (Carling i wsp. 2002) o zróżnicowanej patogeniczności oraz preferencjach środowiskowych, oraz fakt, że badania często dotyczą materiału występującego naturalnie i stanowiącego wycinek populacji gatunku, powodują niejednoznaczność w doniesieniach. Niemniej użyty w doświadczeniach izolat z grupy AG-5 wykazuje potwierdzoną literaturowo wirulentność (Chen i wsp. 1986; Demirci 1998) względem pszenicy.

Rośliny w doświadczeniu pierwszym były w słabszej ogólnej kondycji niż w doświadczeniu drugim, co przełożyło się na istotnie wyższą liczbę roślin porażonych jak również zamarłych (tab. 2). Zróżnicowanie w natężeniu objawów w zależności od użytego inokulum oraz doświadczenia było przesłanką do wyodrębnienia i osobnej analizy statystycznej danych dotyczących konkretnego inokulum, indywidualnie dla każdego doświadczenia oraz łącznie (tab. 3, 4). Zaobserwowano, iż odmiana Bogatka w największym stopniu spośród badanych odmian ulegała porażeniu przez *R. cerealis*, podczas gdy gatunek *R. solani*

wywierał na tę odmianę umiarkowany wpływ. Z kolei w przypadku odmiany Nadobna zaobserwowano sytuację odwrotną – istotnie większy wpływ *R. solani* niż na inne odmiany oraz umiarkowane oddziaływanie *R. cerealis*. Odmiana Buteo ulegała porażeniu przez *R. cerealis* w stopniu relatywnie (w odniesieniu do pozostałych odmian) średnim do wysokiego, natomiast przez *R. solani* w stopniu relatywnie umiarkowanym. Pozostałe odmiany porażane były w stopniu umiarkowanym.

Kondycja roślin odmian Bogatka i Nadobna nie miała wpływu na wskaźniki porażenia. Utrzymywały się one na podobnym poziomie w obu seriach. Rośliny odmian Zyta i Buteo znajdujące się w gorszej kondycji w serii pierwszej, wykazywały większe porażenie przez grzyby rodzaju *Rhizoctonia* niż rośliny z serii drugiej. Także liczba roślin całkowicie zamarłych dla tych odmian różniła się znacznie pomiędzy doświadczeniami. W przypadku odmiany Muszelka, rośliny w gorszej kondycji były słabiej porażone. Ponadto liczba roślin całkowicie zamarłych nie

różniła się istotnie pomiędzy doświadczeniami, przeciwnie do wcześniej wspomnianych odmian. Można więc przypuszczać, że czynniki stresowe uruchomiły niezidentyfikowane mechanizmy obronne, które utrudniały rozwój infekcji. Jednym z takich mechanizmów jest wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych. Mittler (2002) w pracy przeglądowej rozważa szereg czynników, które mogą mieć wpływ na równowagę pomiędzy stresem oksydacyjnym, przeciwutleniaczami oraz tolerancją na stres, a Iakimova i wsp. (2005) sugerują, że manipulacja programowaną śmiercią komórkową może mieć szczególne znaczenie w modulacji chorób powodowanych przez patogeny nekrotroficzne, do których zalicza się gatunki rodzaju *Rhizoctonia*. Delledonne i wsp. (2001) badali interakcje pomiędzy tlenkiem azotu i reaktywnymi formami tlenu w programowanej śmierci komórek podczas odpowiedzi nadwrażliwej powodowanej przez patogeny. Liu i wsp. (2011) badali aktywność enzymów antyoksydacyjnych: peroksydazy, S-transferazy glutationowej, katalazy oraz dysmutazy ponadtlenkowej w liściach dwóch odmian odpornych i po jednej średnio wrażliwej oraz wrażliwej w reakcji na kontakt z grzybnią *R. cerealis*. W badaniach tych autorzy wykazali znaczący wzrost aktywności peroksydazy u odmian odpornych w porównaniu do odmian wrażliwych.

Odmiany użyte w doświadczeniach zostały wybrane pod kątem doboru wskazanego dla województwa śląskiego oraz ze względu na szczególne cechy użytkowe i stanowią zaledwie wycinek istniejącego garnituru odmian. Wydaje się koniecznym zbadanie większej liczby odmian, w pierwszej kolejności odmian najczęściej uprawianych w poszczególnych rejonach Polski. Zasadnym wydaje się również śledzenie doniesień dotyczących ochrony chemicznej w kontekście ewentualnej odporności, szczególnie w świetle obserwacji Hamada i wsp. (2011a) dotyczących pozyskania stabilnych mutantów odpornych na iprodion. Z kolei od roku 2014 w Polsce nastąpi wprowadzenia

zasad integrowanej ochrony roślin i przesunięcie „środka ciężkości” w kierunku metod niechemicznych. Wszystkie powyższe czynniki są przesłankami do stwierdzenia iż identyfikacja odmian odpornych na ostrą plamistość oczkową może w przyszłości stanowić ważny element walki z tą chorobą.

Wnioski / Conclusions

1. Wśród badanych pięciu odmian pszenicy ozimej występuje zróżnicowanie we wrażliwości na porażenie przez *R. cerealis* van der Hoeven i *R. solani* Kühn. Nasilenie ostrej plamistości oczkowej, powodowanej przez *R. cerealis* było największe na roślinach odmiany Bogatka, w przypadku *R. solani* jako czynnika sprawczego największe nasilenie choroby występowało u roślin odmiany Nadobna. Odmiana Buteo była wrażliwa na zarówno *R. cerealis* i *R. solani*, jednak w nieco mniejszym stopniu niż odmiany najbardziej wrażliwe. Koniecznym wydaje się być rozszerzenie badań na większą liczbę odmian.
2. Prawidłowe rozpoznanie naturalnego zagrożenia oraz budowa bazy wiedzy na temat wrażliwości odmian na ostrą plamistość oczkową może stanowić przesłankę do planowania przyszłych upraw, szczególnie gdy inne elementy ochrony integrowanej, jak np. odpowiedni płodozmian nie są możliwe do pełnego zastosowania.
3. Istniejące ryzyko wykształcenia odporności na środki chemiczne, powoduje iż znajomość wrażliwości odmian może stanowić ważny element walki z narastającym zagrożeniem. Zjawisko to jest szczególnie istotne w świetle faktu, iż do niedawna nie znano ekonomicznie uzasadnionych sposobów ochrony chemicznej, a spektrum środków skutecznych względem gatunków rodzaju *Rhizoctonia* jest niewielkie, co tym bardziej wzmacnia ryzyko odporności.

Literatura / References

- Bateman G.L. 1989. Comparison of the effects of prochloraz and flusilazole on foot rot diseases and on populations of the eyespot fungus, *Pseudocercospora herpotrichoides*, in winter wheat. J. Plant Dis. Prot. 97 (5): 508–516.
- Bateman G.L., Edwards S.G., Marshall J., Morgan L.W., Nicholson P., Nuttall M., Parry D.W., Scrancher M., Turner A.S. 2000. Effects of cultivar and fungicides on stem-base pathogens, determined by quantitative PCR, and on diseases and yield of wheat. Ann. Appl. Biol. 137: 213–221.
- Burpee L.L., Martin B. 1992. Biology of *Rhizoctonia* species associated with Turfgrasses. Plant Dis. 76 (2): 112–117.
- Carling D.E., Baird R.E., Gitaitis R.D., Brainard K.A., Kuninaga S. 2002. Characterization of AG-13, a Newly Reported Anastomosis Group of *Rhizoctonia solani*. The Am. Phytopathol. Soc. 92 (8): 893–899.
- Chen Y., Tang W., Zhang D., Jian X. 1986. A preliminary study on etiology of sharp eyespot of wheat in China. Acta Phytophylacica Sin. 13 (1): 39–44.
- Clarkson J.D.S., Cook R.J. 1983. Effect of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield loss in winter wheat. Plant Pathol. 32 (4): 421–428.
- Delledonne M., Zeier J., Marocco A., Lamb C. 2001. Signal interactions between nitric oxide and reactive oxygen intermediates in the plant hypersensitive disease resistance response. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 98 (23): 13454–13459.
- Demirci E. 1998. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups isolated from barley and wheat in Erzurum, Turkey. Plant Pathol. 47: 10–15.
- Furgał-Węgrzycka H., Adamiak J., Adamiak E. 1996. Some characteristic of *Rhizoctonia* spp. in sharp eyespot of wheat. Acta Mycologica 31 (2): 199–208.
- Furgał-Węgrzycka H., Adamiak J., Adamiak E. 1997. *Rhizoctonia cerealis* anastomosis group GAG-1, the common pathogen of wheat, barley and sugar beet. Acta Mycologica 32 (1): 107–117.
- Hamada M.S., Yin Y., Ma Z. 2011a. Sensitivity to iprodione, difenoconazole and fludioxonil of *Rhizoctonia cerealis* isolates collected from wheat in China. Crop Prot. 30: 1028–1033.

- Hamada M.S., Yin Y., Chen H., Ma Z. 2011b. The escalating threat of *Rhizoctonia cerealis*, the causal agent of sharp eyespot in wheat. *Pest Manage. Sci.* 67: 1411–1419.
- Hollins T.W., Jellis G.J., Scott P.R. 1983. Infection of potato and wheat by isolates of *Rhizoctonia solani* and *R. cerealis*. *Plant Pathol.* 32 (3): 303–310.
- Hubert D.M. 2010. Sharp eyespot. p. 58–59. In: „Compendium of Wheat Diseases and Pests, Third Edition” (W.W. Bockus, R.L. Bowden, eds.). APS Press, St. Paul, MN, 171 pp.
- Iakimova E.T., Michalczyk L., Woltering E.J. 2005. Hypersensitive cell death in plants – its mechanisms and role in plant defense against pathogens. *J. Fruit Ornamental Plant Res.* 13: 135–158.
- Kataria H.R., Hugelshofer U., Gisi U. 1991. Sensitivity of *Rhizoctonia* species to different fungicides. *Plant Pathol.* 40: 203–211.
- Kapoor I.J., Hoffmann G.M. 1984. Antagonistic action of *Pseudocercospora herpotrichoides* on *Ceratobasidium* sp. and *Rhizoctonia solani* associated with foot rot of cereals. *J. Plant Dis. Prot.* 91 (3): 250–257.
- Kurowski T.P., Majchrzak B., Jaźwińska E., Wysocka U. 2007. Wpływ zapraw nasiennych na występowanie chorób podsuszkowych pszenicy ozimej. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47 (2): 166–169.
- Lemańczyk G. 2010. Occurrence of sharp eyespot in spring cereals grown in some regions of Poland. *J. Plant Prot. Res.* 50 (4): 505–512.
- Liu H., Xin Z., Zhang Z. 2011. Changes in activities of antioxidant-related enzymes in leaves of resistant and susceptible wheat inoculated with *Rhizoctonia cerealis*. *Agric. Sci. China* 10 (4): 526–533.
- Lipps P.E., Herr L.J. 1982. Etiology of *Rhizoctonia cerealis* in sharp eyespot on wheat. *Phytopathology* 72 (12): 1574–1577.
- MacNish G.C., Neate S.M. 1996. *Rhizoctonia* bare patch of cereals. *Plant Dis.* 80 (9): 965–971.
- Mittler R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 7 (9): 405–410.
- Murray T.D., Parry D.W., Cattlin N.D. 1998. *Diseases of Small Grain Cereal Crops*. Manson Publishing, London, 142 pp.
- Oakley J.N., Clark W.S. 2000. Pests and diseases of cereals. p. 19–51. In: „Pest and Disease Management Handbook” (D.V. Alford, ed.). Blackwell Science, Paris, 615 pp.
- Ogoshi A., Cook R.J., Bassett E.N. 1990. *Rhizoctonia* species and anastomosis groups causing root rot of wheat and barley in the Pacific Northwest. *Phytopathology* 80 (9): 784–788.
- Parmeter J.R. 1970. *Rhizoctonia Solani, Biology and Pathology*. University of California Press, Berkley, Los Angeles, London, 255 pp.
- Singleton L.L. 2002. Diseases of roots and crowns. www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e0m.htm, dostep: 13.03.2012.
- Tomaso-Peterson M., Trevathan L.E. 2007. Characterization of *Rhizoctonia* - like fungi isolated from agronomic crops and turfgrasses in Mississippi. *Plant Dis.* 91 (3): 260–265.
- Weber Z., Zdziebkowski T. 1989. Podatność zbóż, rzepaku i ziemniaka na *Rhizoctonia cerealis* i *R. solani*. *Materiały 29. Sesji Nauk Inst. Ochr. Roślin*, cz. 2: 99–103.
- Wiese M.V. 1987. *Compendium of Wheat Diseases*. 2nd ed. APS Press, St. Paul, MN, 106 pp.