Występowanie typu wzrostowego R grzyba *Tapesia yallundae* i jego wrażliwość na wybrane fungicydy

ZBIGNIEW T. MALIŃSKI¹, ZBIGNIEW J. BURGIEŁ²

¹Zakład Stosowania Pestycydów, Instytut Przemysłu Organicznego, ul. Annopol 6, 03-236 Warszawa

²Katedra Ochrony Roślin, Wydział Ogrodniczy, Akademia Rolnicza w Krakowie, Al. 29 Listopada 54,
31-525 Kraków

Maliński Z.T., Burgieł Z.J. (¹Department of Pesticide Application, Institute of Industrial Organic Chemistry, Annopol 6, 03-236 Warsaw, Poland; ²Department of Plant Protection, Agricultural University, 29 Listopada 54, 31-425 Kraków, Poland). Occurrence of R-growth type of *Tapesia yallundae* fungus and its sensitivity to some fungicides.

(Otrzymano dn 18 czerwca 2002)

Summary

From winter wheat and winter triticale stems with distinct disease lesions 123 isolates of eyespot agent – *Tapesia yallundae* fungus were obtained. Stems were collected in 1999-2001, from no-treatment and protected with fungicides fields, which were situated in three provinces of Poland (małopolskie, mazowieckie, śląskie). Obtained isolates were classified on the basis of morphology on PDA, sporulation on water agar and sensitivity to carbendazim and prochloraz. 51 isolates (i.e. 41,5% of all) represent R- growth type of fungus. To this type belong 28% and 71% strains obtained from wheat and triticale stems, respectively. Only seven isolates of R-type fungus (i.e. 13,7%) were resistant to carbendazim. These strains originated from two protected with carbendazim winter wheat fields and two no-protected winter triticale crops. All isolates of R-type were sensitive to prochloraz. This compounds appears *in vitro* more effective than flusilazole, propiconazole and azoxystrobin.

Key words: *Tapesia yallundae*, R-type, fungicides

WSTĘP

Kluczowym zagadnieniem, podnoszonym w trakcie rozważań nad skuteczną i jednocześnie ekonomicznie uzasadnioną strategią ochrony zbóż przed łamliwością zdżbła jest struktura populacji czynnika chorobotwórczego (B a t e m a n i J e n k y n, 2001). Wiąże się to z występowaniem u sprawcy choroby - *Tapesia yallundae* Wallwork et Spooner dwóch typów wzrostowych: W i R (K i n g i in., 1990). Przez niektórych badaczy są one uznawane za odrębne gatunki czy odmiany, określane są mianem *T. yallundae* i *T. acuformis* (Boerema, Pieters, Hamers) Crous (D y e r i in., 1996), lub *T. yallundae* var. *yallundae* i *T. yallundae* var. *acuformis* (B o e r e m a i in., 1992).

Izolaty sprawcy łamliwości należące do odrębnych typów wzrostowych różnią się wieloma istotnymi z praktycznego punktu widzenia cechami, w tym: patogenicznością wobec poszczególnych gatunków zbóż (S c o t t i in., 1975; Hollins i in., 1985; Mauler i Fehrman 1987; Creighton i in., 1989), przebiegiem infekcji rośliny żywicielskiej (Goulds i Fitt, 1988; Daniels i in., 1991) i reakcją na niektóre fungicydy z grupy inhibitorów biosyntezy steroli (Leroux i in., 1988; Leroux i Gredt, 1997). Także rozwój i skala zjawiska odporności na fungicydy stosowane do zwalczania choroby (beznzoimidazolowe i prochloraz - związek imidazolowy) w nierównym stopniu dotyczą obydwu typów wzrostowych grzyba (Hollins i in., 1985; Russell i Birchmore, 1987; Birchmore i in., 1990; Leroux i Marchegay, 1991; Leroux i Gredt, 1997).

Dane literaturowe wskazują także na istnienie wyraźnych różnic w występowaniu typów wzrostowych anamorf *T. yallundae* zarówno w odniesieniu do danego sezonu wegetacyjnego (Goulds i Fitt, 1988), konkretnego stanowiska (Hoare i in., 1986; B a t e m a n i F i t t, 1991), jak i całej populacji patogena na znacznie większym obszarze i to w dłuższym okresie czasu (B i r c h m o r e i in., 1990). Wpływ na to mogą mieć m in. warunki klimatyczne, wzrost areału uprawy niektórych gatunków zbóż oraz stosowanie niektórych fungicydów. Powszechne stosowanie karbendazymu i innych benzoimidazoli uznaje się za jedną z przyczyn współczesnej dominacji w wielu krajach Europy Zachodniej typu wzrostowego R, przy jednoczesnym uodpornieniu się patogena na te fungicydy (Griffin i King, 1985; B i r c h m o r e i in., 1990; B a t e m a n i J e n k y n, 2001).

Mając na uwadze te doniesienia oraz fakt, iż do zwalczania łamliwości w Polsce stosuje się głównie preparaty zawierające karbendazym, założeniem niniejszej pracy jest przybliżenie miejsca ,jake zajmuje obecnie typ wzrostowy R w rodzimej populacji grzyba *T. yallundae*, z uwzględnieniem jego wrażliwości na karbendazym i prochloraz. Porównano również reakcje izolatów tego typu wzrostowego patogena na inne fungicydy, stosowane w ochronie zbóż.

MATERIAŁ I METODY

Izolacje i identyfikacja grzyba. Materiałem do izolacji sprawcy łamliwości były źdźbła pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego z podejrzeniem występowania choroby. Źdźbła te pozyskiwano w okresie dojrzewania zbóż w wytypowanych pól produkcyjnych i doświadczalnych, usytuowanych w trzech województwach: małopolskim (lata 1999-2001), śląskim (rok 1999 i 2000) i mazowieckim (rok 2001). Z każdego stanowiska do izolacji przeznaczano 10 źdźbeł z wyraźnymi objawami choroby (dobrze widoczne „plamki oczkowe”).

Izolacja grzyba *T. yallundae* polegała na przeniesieniu do płytki Petriego na zakwaszone roztworem kwasu mlekowego podłoże PDA (pH 4,4-4,7) fragmentu grzybni przerastającej wewnątrz źdźbła. W przypadku, gdy nie natrafiono na grzybnię, na podłoże wykładano skrawek źdźbła z miejsca porażenia, o długości około 0,5 - 1 cm.

Uzyskane izolaty klasyfikowano do gatunku *T. yallundae* oraz typu wzrostowego W lub R na podstawie wyglądu i tempa wzrostu kolonii hodowanych na podłożu PDA (pH 5,6) oraz zarodnikowania na agarze wodnym (B o j a r c z u k, 1970; S c o t t i n., 1975; H o l l i n s i n., 1985; C r e i g h t o n i B a t e m a n, 1991; J u l i a n i n., 1994; G a c i n., 1996). Hodowle izolatów na podłożu PDA prowadzono w płytkach Petriego, o średnicy 5 cm. Dla każdego izolatu przygotowano trzy płytki. Po 14 dniach inkubacji w termostacie, w temperaturze $21(\pm 2)^{\circ}\text{C}$, opisywano wygląd i mierzono średnice wyrosłych kolonii (dwa prostopadłe pomiary każdej kolonii). Na tej podstawie wyznaczono średnią średnicę kolonii oraz średni dobowy wzrost liniowy grzybni izolatu. Szczegółowy opis sposobu izolacji, hodowli i kwalifikacji izolatów *T. yallundae* przedstawiono we wcześniejszym opracowaniu (M a l i Ń s k i, 1999/2000).

Ocena wrażliwości na karbendazym i prochloraz oraz reakcji na inne fungicydy stosowane w ochronie zbóż. Badania wrażliwości na karbendazym i prochloraz izolatów typu wzrostowego R grzyba *T. yallundae* prowadzono zgodnie z przyjętymi i stosowanymi zasadami oceny wrażliwości patogena na wymienione fungicydy (R u s s e l l i B i r c h m o r e, 1987; B i r c h m o r e i n., 1990). W tym celu wszystkie pozyskane izolaty tego typu hodowano na podłożu zawierającym 2 mg odpowiedniego fungicydu na 1 dm^3 pożywki. Do grupy izolatów wrażliwych zaliczono te, u których, po 14 dniach inkubacji w wyżej opisanych warunkach, wzrost liniowy grzybni w kombinacji z fungicydem był zahamowany w porównaniu do kombinacji kontrolnej o ponad 50%. Pozostałe zaliczono do grupy izolatów odpornych. Sposób prowadzenia badań przedstawiono we wcześniejszej publikacji (M a l i Ń s k i, 2000). W celu oceny reakcji typu wzrostowego R grzyba *T. yallundae* na niektóre fungicydy układowe porównano wzrost ośmiu izolatów grzyba na podłożach z dodatkiem prochlorazu i następujących fungicydów: azoksystrobiny, flusilazolu, propikonazolu i tradimefonu w ilości 0,5 mg na 1 dm^3 pożywki oraz na podłożu bez dodatku związku grzybobójczego (kombinacja kontrolna). W przypadku prochlorazu stężenie to powinno wyraźnie ograniczyć wzrost grzybni patogena (C a v e l i e r i n., 1992). Wyniki pomiarów średnicy wyrosłych w poszczególnych kombinacjach kolonii po

14 dniach inkubacji (w wyżej opisanych warunkach) poddano analizie wariancji przewidzianej dla doświadczeń jednoczynnikowych, w układzie kompletnie losowym. Istotność różnic pomiędzy średnimi oceniono na podstawie testu t-Studenta, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

W doświadczeniach z fungicydami do przygotowania podłoża korzystano z pożywki PDA (pH 4,4-4,5) i form użytkowych badanych związków grzybobójczych: karbendazym - Sarfun 500 SC; prochloraz - Sportak 45 EC lub Mirage 450 EC; azoksystrobina - Amistar 250 SC, flusilazol - Punch Bis 400 EC, propikonazol - Bumper 250 EC i triadimefon - Bayleton 25 WP. Rozprowadzony w wyjąłowanej wodzie destylowanej preparat dodawano w ściśle określonej objętości do płynnej pożywki i następnie po dokładnym wymieszaniu rozlewano do trzech płytek Petriego o średnicy 5 cm. W kombinacji kontrolnej rozlewano pożywkę bez dodatku fungicydu. Po zestaleniu podłoża inokulowano, wykładając na środku płytki krążek agaru o średnicy 5 mm, przerośnięty grzybnia danego izolatu. Inokulum pobierano z brzegowej partii dwu-; czterotygodniowej kultury, hodowanej na podłożu PDA (pH 5,6).

WYNIKI

Izolacje i identyfikacja grzyba. W sumie ze źdźbeł pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego pozyskano 123 izolaty grzyba *T. yallundae*, w tym 51, czyli ponad 41,5%, zaliczono do typu wzrostowego R. Ponad połowa ich pochodziła z pól chronionych w okresie wegetacji fungicydami. Najczęściej stosowano karbendazym w mieszaninie z innymi związkami grzybobójczymi.

W przypadku pszenicy ozimej izolaty typu R stanowiły nieco ponad 28% ogółu pozyskanych (tab. 1.). Ich odsetek w grupie pochodzącej z pszenżyta wyniósł 71,1% (tab. 2.). Izolaty należące do typu wzrostowego R napotkano w materiale pochodzącym z 12 z 16 pól pszenicy ozimej (tab. 1.). Tylko w przypadku pięciu stanowisk, w tym czterech chronionych fungicydami, stanowiły one stanowiły 50 i więcej % wszystkich szczepów grzyba. Z materiału pobranego na pozostałych czterech stanowiskach uzyskano jedynie izolaty typu W patogena. Były to zarówno pola chronione, jak i nietraktowane preparatami grzybobójczymi. Izolaty typu R uzyskano ze wszystkich prób źdźbeł pszenżyta (tab. 2). Poza jednym wyjątkiem stanowiły one większość szczepów patogena z poszczególnych stanowisk. Izolaty pochodzące z czterech pól, w tym chronionych fungicydami, zakwalifikowano wyłącznie do omawianego typu wzrostowego grzyba.

Izolaty typu R grzyba tworzyły na podłożu PDA wolno rosnące kolonie, o przeważnie słabo rozwiniętej, niekiedy wręcz bardzo ubogiej grzybni powietrznej i najczęściej nieregularnym, nierzadko pierzastym brzegu (tab. 3.). Cecha ta była widoczna na całym obwodzie kolonii lub tylko na jego części. Liczniej izolaty o pierzastym brzegu pozyskiwano z pszenżyta. Grzybnia izolatów tego typu wzrostowego była najczęściej szara o różnej intensywności lub zielonkawo(oliwkowo) szara. Rzadziej, szczególnie u izolatów pochodzących z pszenżyta, obserwowano beżowo szare kolonie. Średnia z pomiarów średnicy kolonii patogena 14-dniowych kolonii

Tabela 1

Wyniki izolacji grzyba *Tapesia yellundae* ze źdźbeł pszenicy ozimej

Table 1

Results of isolation of *Tapesia yellundae* fungus from winter wheat stems

Rok izolacji Year of isolation	Miejscowość (województwo) Place (Province)	Stosowanie fungicydów w okresie wegetacji Use of fungicides during vegetation season		Liczba izolatów Number of isolates		% izolatów typu R % of R type isolates
		T1	T2	ogółem total	typu R R- type	
1999	Dzieskanowice (Małopolskie)	Siarka + Karbendazym	Karbendazym +Flusilazol	5	0	0,0
	Prusy (Małopolskie)	-	Karbendazym +Flusilazol	5	1	20,0
	Węgrzce (Małopolskie)	-	-	6	1	16,7
	Olbrachcice (Śląskie)	-	-	5	3	60,0
2000	Cieplice (Małopolskie)	-	-	6	1	16,7
		Siarka + Karbendazym	-	5	0	0,0
	Polanka (Małopolskie)	Siarka + Karbendazym	-	5	3	60,0
	Wieliczka (Małopolskie)	-	-	5	1	20,0
		Siarka + Karbendazym	-	4	1	25,0
2001	Mydlniki (Małopolskie)	-	-	8	0	0,0
		Siarka + Karbendazym	-	7	6	85,7
	Węgrzce (Małopolskie)	-	-	5	0	0,0
		Propikonazol	Azoksystrobina	4	2	50,0
	Chylice (Mazowieckie)	-	-	5	1	20,0
	Warszawa- Annapol (Mazowieckie)	-	-	7	1	14,3
		-	Azoksystrobina	4	3	75,0
Razem Total				86	24	28,2

Tabela 2 Wyniki izolacji grzyba *Tapesia yellundae* ze źdźbeł pszenżyta ozimegoTable 2 Results of isolation of *Tapesia yellundae* fungus from winter triticale stems

Rok izolacji Year of isolation	Miejscowość (województwo) Place (Province)	Stosowanie fungicydów w okresie wegetacji Use of fungicides during vegetation season		Liczba izolatów Number of isolates		% izolatów typu R % of R type isolates
		T1	T2	ogółem total	typu R R- type	
1999	Węgrzce (Małopolskie)	-	-	7	5	71,4
2000	Cukarzew (Śląskie)	-	-	4	4	100
2001	Polanka (Małopolskie)	-	-	5	3	60,0
		-	Karbendazym +Flusilazol	5	5	100
	Węgrzce (Małopolskie)	-	-	8	4	50,0
		Propikonazol	Azoksystrobina	4	4	100
	Chylce (Mazowieckie)	-	-	5	2	40,0
Razem Total				86	27	71,1

Tabela 3

Charakterystyka morfologiczna izolatów typu R grzyba *Tapesia yellundae* na podłożu PDA (wyniki przedstawiają liczbę izolatów w grupie o danej cesze, wartości w nawiasach oznaczają % izolatów stanowiących każdą grupę)

Table 3

Morphological characterization of R-type isolates of *Tapesia yellundae* on PDA medium (results represent the number of isolates in group of a given character, values in brackets represent % of isolates in each group)

Brzeg kolonii Margin of colony		
Regularny Regular	Nieregularny Irregular	Nieregularny, pierzasty Irregular, feathery
3 (5,9)	17 (33,3)	31 (60,8)
Wzniesienie (garb) grzybni w centrum kolonii Hump of mycelium in the centre of colony		
Nieuformowane No formed	Nieznaczne Slight	Wyraźne Pronounced
27 (52,9)	16 (31,4)	8 (15,7)
Barwa grzybni powietrznej Colour of top mycelium		
Ciemnoszara, szara, jasnoszara Deep grey, grey, light grey	Oliwkowo, zielonkawo szara Olive, green grey	Beżowo, różowawo szara Beige, pinkish grey
21 (41,2)	18 (35,3)	12 (23,5)
Średnica 14-dniowej kolonii w mm (średnia z pomiarów) Mean diameter of 14-days colony in mm		
20,0 <	20,0-25,0	>25,0
22(43,1)	24 (47,1)	5 (9,8)

wahała się a u poszczególnych izolatów od 10,5 do 29,3 mm, ale w sumie rzadko przekraczała 25 mm. Dobowy przyrost liniowy grzybni wyniósł średnio 1,52 mm (odchylenie standardowe 0,35) dla izolatów pozyskanych z pszenicy i 1,42 mm (0,26) dla pozyskanych ze źdźbeł pszenżyta.

Izolaty typu R sprawcy łamliwości źdźbła w miarę obficie zarodnikowały na agarze wodnym. Wytwarzały proste lub prawie proste zarodniki o zaostrej komórce szczytowej i przeważnie dobrze widocznych (najczęściej 6; 7; 8) przegrodach poprzecznych. Długość zarodników wahała się od 85 do 32 mm a szerokość od 2 do 1 mm (na podstawie pomiarów dla 20 izolatów). Średnia długość zarodników u izolatów pozyskanych z pszenicy wyniosła 62,1 mm (odchylenie standardowe 4,06), a pochodzących z pszenżyta 61,0 mm (4,18).

Ocena wrażliwości na karbendazym i prochloraz oraz reakcji na inne fungicydy stosowane w ochronie zbóż. Hodowle na podłożu zawierającym 2 mg karbendazymu w 1 dm³ pożywki pozwoliły ustalić, iż 44 z 51 pozyskanych izolatów typu R grzyba to formy wrażliwe. Pozostałe siedem szczepów, czyli 13,7% kolekcji, było odporne na ten fungicyd (tab. 4.). Izolaty wrażliwe reagowały całkowitym zahamowaniem

Tabela 4.

Wrażliwość izolatów typu wzrostowego R grzyba *Tapesia yallundae* na karbendazym (test in vitro w stężeniu 2 mg fungicydu na 1 dm³ pożywki)

Table 4
Sensitivity to carbendazim of R-type *Tapesia yallundae* isolates (test in vitro in 2 mg fungicide per 1 dm³ of medium)

Grupa izolatów Group of isolates	Liczba izolatów ogółem Total number of isolates	Zahamowanie wzrostu liniowego grzybni w % Inhibition of linear mycelium growth in %			
		0,0 <	0,0-50,0	50,1-99,9	100
Z pszenicy ozimej From winter wheat	24	2* (8,3)**	2 (8,3)	0	20 (83,4)
Z pszenżyta ozimego From winter triticale	27	3 (11,1)	0	0	24 (88,9)
Z pól niechronionych fungicydami From fields no-protected with fungicides	26	3 (11,5)	0	0	23 (88,5)
Z pól chronionych karbendazymem (w tym w mieszaninach) From fields protected with carbendazim (including mixture)	16	2 (12,5)	2 (12,5)	0	12 (87,5)
Z pól chronionych innymi fungicydami From fields protected with other fungicides	9	0	0	0	9 (100)
Wszystkie izolaty All isolates	51	5 (9,8)	2 (3,9)	0	44 (86,3)

* liczba izolatów z danej grupy
number isolates from one group

** % izolatów z danej grupy
% of isolates from one group

wzrostu grzybnii na obecność takiego stężenia benzoimidazolu w podłożu. Średnica kolonii pięciu izolatów odpornych była równa lub większa w porównaniu do kombinacji kontrolnej. Wzrost grzybnii dwóch pozostałych szczepów był ograniczony w bardzo niewielkim stopniu.

Odporne na karbendazym izolaty typu R grzyba *T. yallundae* pochodziły z czterech stanowisk, w tym dwóch na których uprawiano pszenicę ozimą: Polanka i Mydlinki (woj. małopolskie) i dwóch, gdzie uprawiano pszenżyto: Cukarzew (woj. śląskie) i Chylice (woj. mazowieckie). Pszenica na wymienionych polach była chroniona preparatami zawierającymi karbendazym. Ogólnie w grupie izolatów pochodzących z pól traktowanych tym fungicydem odsetek izolatów odpornych był dwukrotnie większy niż w grupie pozyskanej z pól, gdzie nie stosowano środków grzybobójczych.

W zgromadzonej kolekcji izolatów typu R sprawcy łamliwości nie natrafiono na formy odporne na prochloraz (tab. 5.). W przypadku 43 izolatów odnotowano całkowite zahamowanie wzrostu grzybnii na podłożu zawierającym fungicyd w ilości

Tabela 5

Wrażliwość izolatów typu wzrostowego R grzyba *Tapesia yallundae* na prochloraz (test in vitro w stężeniu 2 mg fungicydu na 1 dm³ pożywki)

Table 5

Sensitivity to prochloraz of R-type *Tapesia yallundae* isolates (test in vitro in 2 mg fungicide per 1 dm³ of medium)

Grupa izolatów Group of isolates	Liczba izolatów ogółem Total number of isolates	Zahamowanie wzrostu liniowego grzybnii w % Inhibition of linear mycelium growth in %			
		0,0 <	0,0-50,0	50,1-99,9	100
Z pszenicy ozimej From winter wheat	24	0	0	2* (8,3)**	22 (91,7)
Z pszenżyta ozimego From winter triticales	27	0	0	6 (22,2)	21 (77,8)
Z pól niechronionych fungicydami From fields no-protected with fungicides	26	0	0	4 (15,4)	22 (84,6)
Z pól chronionych prochlorazem lub fungicydem triazolowym (w tym w mieszaninach) From fields protected with prochloraz or triazole (including mixture)	12	0	0	3 (25,0)	9 (75,0)
Z pól chronionych innymi fungicydami From fields protected with other fungicides	13	0	0	1 (7,7)	12 (92,3)
Wszystkie izolaty All isolates	51	0	0	8 (15,7)	43 (84,3)

* liczba izolatów z danej grupy
number isolates from one group

** % izolatów z danej grupy
% of isolates from one group

2 mg/dm³ pożywki. Wzrost kolonii pozostałych ośmiu izolatów był ograniczony o 73-93%. Izolaty te pozyskano zarówno ze źdźbeł pszenicy ozimej, jak i pszenżyta. Przeważnie pochodziły one z pól, gdzie stosowano prochloraz lub fungicyd triazolowy.

Obecność w podłożu 0,5 mg/dm³ prochlorazu istotnie ograniczyła wzrost siedmiu z ośmiu badanych izolatów typu R grzyba *T. yallundae* (tab. 6). Podobny efekt uzyskano w kombinacji z flusilazolem. Jednak działanie prochlorazu było silniejsze (u dwóch izolatów uzyskano całkowite zahamowanie wzrostu grzybni). Propikonazol miał istotny wpływ na wzrost kolonii sześciu izolatów. Trzeci z badanych triazoli - triadimefon nie przejawiał w stężeniu 0,5 mg/dm³ aktywności, co więcej u dwóch izolatów przyczynił się do istotnie szybszego wzrostu grzybni. Pochodna strobiluriny – azoksystrobina w istotnym stopniu ograniczyła wzrost czterech izolatów, w tym oznaczonego kodem MA-47. Izolat ten był odporny na karbendazym, a w omawianym doświadczeniu wyróżnił się brakiem wyraźniej reakcji na prochloraz i związki triazolowe. Za wyjątkiem azoksystrobiny, która jak się wydaje miała nieznacznie większy wpływ na formy tolerancyjne, w doświadczeniu nie zaobserwowano wyraźnych różnic w aktywności badanych fungicydów wobec izolatów odpornych i wrażliwych na karbendazym.

Tabela 6

Wpływ prochlorazu i innych fungicydów układowych w stężeniu 0,5 mg na 1 dm³ pożywki na wzrost liniowy grzybni izolatów typu R grzyba *Tapesia yallundae* (średnie z pomiarów średnicy kolonii w mm, wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie według testu t-Studenta przy $\alpha = 5\%$)

Table 6

Influence of prochloraz and other systemic fungicides in 0,5 mg per 1 dm³ of medium on mycelium growth of R-type isolates *Tapesia yallundae* (mean of colony diameter in mm, values followed by the same letter do not differ at $\alpha = 5\%$, t-Student's test)

Grupa izolatów Group of isolates	Kod izolatu Isolate code	Kontrola Control	Azoksystrobina Azoxystrobin	Flusilazol Flusilazole	Propikonazol Propiconazole	Triadimefon	Prochloraz
Z pszenicy ozimej	K-119A	22,2 b	20,3 b	12,5 c	14,7 c	25,7 a	2,3 d
	MZ-13	19,3 ab	18,7 b	14,8 c	17,7 b	21,5 a	11,8 d
From winter wheat	K-76*	23,0 a	16,2 b	15,3 b	17,0 b	22,3 a	0,0 c
	MA-47*	12,5 ab	10,5 c	13,0 ab	14,0 a	11,8 bc	11,2 bc
Z pszenżyta ozimego	MA-29	23,2 b	20,3 c	14,5 e	18,0 d	24,5 a	11,5 f
	MZ-21	20,3 ab	18,3 bc	13,7 d	16,5 c	22,3 a	8,3 e
From winter triticale	C-44*	21,2 ab	17,0 bc	12,2 c	14,5 c	22,7 a	3,2 d
	C-49*	24,2 a	20,0 b	11,8 d	16,8 c	24,8 a	0,0 e
Średnie dla wszystkich izolatów Averages for all isolates		20,7 ab	17,7 cb	13,5 d	16,2 cb	22,0 a	6,0 e

* izolaty odporne na karbendazym
isolates resistant to carbendazim

DYSKUSJA

Przedstawione wyniki wskazują, iż typ wzrostowy R może mieć w okresie dojrzewania pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego znaczący udział w populacji sprawcy łąmliwości żdźbła grzyba *T. yallundae*. Rezultaty te stanowią zatem argument wspierający przedstawioną niedawno opinię na temat wzrostu roli typu R patogena jako czynnika sprawczego łąmliwości żdźbła (K o r b a s, 2002). Należy jednak zaznaczyć, iż materiał do izolacji pochodził głównie z południowej części Polski, gdzie jak wynika z wcześniejszych badań typ wzrostowy R występuje dość często (M a l i ń s k i, 2002). Rzadziej izolaty tego typu napotymano w materiale pochodzącym z innych części kraju, w tym z Wielkopolski (K o r b a s i R e m l a i n - S t a r o s t a, 1999). Sugerować to może istnienie w Polsce zależnych od położenia geograficznego różnic w strukturze populacji sprawcy łąmliwości. Podobne zjawisko odnotowano w badaniach prowadzonych we Francji. Przypuszczalnie ma ono związek z odmiennymi warunkami klimatycznymi (C r e i g h t o n i in., 1989).

Zróżnicowane nasilenie występowania typu R grzyba na obydwu gatunkach zbóż ma prawdopodobnie związek z ich terminem siewu. Zgodnie z zaleceniami pszenżyto należy wysiewać wcześniej (M a z u r e k i M a z u r e k, 1990) niż pszenicę (R u s z k o w s k i i M a z u r e k, 1986). Zdaniem niektórych autorów wcześniejszy siew ozimin sprzyja właśnie występowaniu omawianego typ wzrostowego R patogena (B a t e m a n i J e n k y n, 2001).

Wygląd kolonii i tempo wzrostu izolatów typu R grzyba *T. yallundae* na podłożu PDA odpowiadały opisom prezentowanym przez innych autorów (S c o t t i in., 1975; H o l l i n s i in., 1985; C r e i g h t o n i B a t e m a n, 1991; J u l i a n i in., 1994; G a c i in., 1996). Na obecność w tej grupie izolatów o równym (regularnym) lub tylko częściowo pierzastym brzegu zwracali uwagę J u l i a n i in. (1994). W porównaniu do pracy G a c i in. (1996) częściej napotymano na szczepy o zielonkawo(oliwkowo) szarej grzybni, natomiast rzadziej izolowano kultury zabarwione na beżowo(różowawo) szaro. Wygląd i wymiary zarodników konidialnych były analogiczne do przedstawianych w innych publikacjach (B o j a r c z u k, 1970; N i r e n b e r g, 1981).

Odsetek izolatów typu R odpornych na karbendazym był niższy od uzyskanego we wcześniejszych badaniach (M a l i ń s k i, 2000). Różnicę tę można w dużej mierze wyjaśnić pochodzeniem materiału wykorzystanego do izolacji. W przeciwieństwie do cytowanej pracy obecnie większość izolatów pozyskano z pól produkcyjnych. A więc ze stanowisk, gdzie ze względu na ograniczone stosowanie środków grzybobójczych prawdopodobieństwo natrafienia na formy odporne grzyba wydaje się być mniejsze. Podkreślany w wielu publikacjach (G r i f f i n i K i n g, 1985; H o a r e i in. 1986; B a t e m a n i F i t t, 1991) związek pomiędzy stosowaniem karbendazymu czy innych fungicydów benzoimidazolowych a pojawieniem się form odpornych *T. yallundae* znalazł potwierdzenie w przypadku izolatów pozyskanych z pszenicy. Obecność form odpornych patogena na polach produkcyjnych wskazuje na realną możliwość uodpornienia się populacji grzyba wraz ze wzrostem intensywności stosowania fungicydów. Z tego względu nieodzowne jest

propagowanie zaleceń, które mogą temu zjawisku przeciwdziałać. Należy tutaj wymienić ściśle powiązanie decyzji o zastosowaniu fungicydów z prognozą zagrożenia ze strony sprawcy choroby oraz szersze stosowanie preparatów skutecznych również wobec odpornych form grzyba.

W omawianej grupie izolatów typu R grzyba *T. yallundae* nie natrafiono na formy odporne na prochloraz. Taki sam rezultat odnotowano w wcześniejszych badaniach (M a l i Ń s k i, 2000). Fakt ten należy tłumaczyć przede wszystkim dość rzadkim stosowaniem tego związku czy innych fungicydów o analogicznym mechanizmie działania (triazole) na polach skąd pochodził materiał do izolacji grzyba. W trakcie badań porównawczych prochlorazu i innych fungicydów układowych natrafiano na izolat, który bardzo słabo reagował na obecność tego związku w stężeniu 0,5 mg/L. Wzrost grzybni tego izolatu był jednak całkowicie zahamowany w obecności w podłożu 2 mg/dm³ fungicydu. Również inni autorzy także wspominają o istnieniu takich form grzyba (G a c i n., 1996; C a v e l i e r i n., 1992).

Wyniki badań własnych potwierdziły, iż prochloraz jest związkiem o silniejszych właściwościach fungicydowych wobec typu wzrostowego R grzyba *T. yallundae* niż fungicydy triazolowe, w tym flusilazol (L e r o u x i n., 1988; B a t e m a n, 1990). Potwierdziły się także różnice w aktywności wobec patogena w obrębie samej grupy związków triazolowych. Izolaty typu R są tolerancyjne na triadimefon, podobnie jak na jego pochodną - triadimenol (L e r o u x i n., 1988; L e r o u x i M a r c h e g a y, 1991). Można więc sądzić, iż stosowanie mieszanin karbendazymu z triazolami nie stanowi dużej przeszkody w selekcji izolatów typu R grzyba odpornych na benzoimidazole. Podobną opinię przedstawili F o r r e r i n. (1992).

Zasygnalizowana nieco odmienna reakcja na azoksystrobinę wrażliwych i odpornych na karbendazym izolatów patogena wymaga potwierdzenia w dalszych badaniach.

LITERATURA

- B a t e m a n G.L., 1990. Comparison of the effects of prochloraz and flusilazole on foot rot diseases and on populations of the eyespot fungus *Pseudocercospora herpotrichoides* in winter wheat. Z. für PflKrankh. u. PflSchutz. 97 (5): 508-516.
- B a t e m a n G.L., F i t t B.D.L., 1991. Effects of fungicides on eyespot in five successive crops of winter wheat in plots with different initial or fungicide – selected populations of *Pseudocercospora herpotrichoides*. Crop Prot. 10: 479-484.
- B a t e m a n G., J e n k y n J., 2001. Biology and control of stem-base disease of cereals in the UK. Pesticide Outlook 12 (3): 103-106.
- B i r c h m o r e R.J., R u s s e l l P.E., B u s c h h a u s H., 1990. Long-term monitoring of *Pseudocercospora herpotrichoides* populations for sensitivity to prochloraz and carbendazim. Proc. 1990 Br. Crop Prot. Conf. 3: 1153-1158.
- B o e r e m a G.H., P i e t e r s R., H a m e r s M.E.C., 1992. Check list for scientific names of common parasitic fungi. Supplement Series 2b (additions and corrections): Fungi on field crops: cereals and grasses. Neth. J. Pl. Path. 98 (1992). Suppl. 1: 1-32.

- Bojarczuk J., 1970. Badania nad odpornością pszenicy ozimej na łamliwość źdźbła (*Cercospora herpotrichoides* Fron.) cz. I. Znaczenie gospodarcze choroby. Biologia patogena. Warunki infekcji. Hod. Roślin Aklim. 14 (4): 327-341.
- Cavelier N., Lorée F., Prunier M., 1992. Resistance of the eyespot fungus, *Pseudocercospora herpotrichoides*, to DMI fungicides. Proc. 1992 Br. Crop Prot. Conf. 1: 189-194.
- Creighton N.F., Bateman G.L., 1991. Problems in identifying pathogenicity types of *Pseudocercospora herpotrichoides* by colony morphology arising from the source and concentration of the nutrient agar. Mycol. Res. 95 (2): 253-254.
- Creighton N.F., Cavelier N., Fitt B.D.L., 1989. Pathogenicity to wheat and rye of *Pseudocercospora herpotrichoides* isolates from France and the U.K. Mycol. Res. 91 (1): 13-17.
- Daniels A., Lucas J.A., Peberdy J.F., 1991. Morphology and ultrastructure of W and R pathotypes of on wheat seedlings. Mycol. Res 95 (3): 385-387.
- Dyer P.S., Nicholson P., Lucas J.A., Peberdy J.F., 1996. *Tapesia acuformis* as causal agent of eyespot disease of cereals and evidence for heterothallic mating system using molecular markers. Mycol. Res. 100 (10): 1219-1226.
- Forrer H.R., Amiet J., Affolter G., 1992. Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Weizens und die Resistenzbildung gegenüber Fungiziden. Landwirtschaft-Schweiz. 5 (1-2): 11-18.
- Gac M.L., Montfort F., Cavelier N., Sailland A., 1996. Comparative study of morphological, cultural and molecular markers for the characterization of *Pseudocercospora herpotrichoides* isolates. Europ. J. of Plant Path. 102: 325-337.
- Griffin M.J., King J.E., 1985. Benzimidazole resistance in *Pseudocercospora herpotrichoides*: results of ADAS random surveys and fungicide trials in England and Wales 1982-1984. EPPO 15: 485-494.
- Goulds A., Fitt B.D.L., 1988. The comparative epidemiology of eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) types in winter cereal crops. Proc. 1988 Br. Crop Prot. Conf. 3: 1035-1040.
- Hoare F.A., Hunter T., Jordan V.W.L., 1986. Influence of spray programmes on development of fungicide resistance in the eyespot pathogen of wheat, *Pseudocercospora herpotrichoides*. Plant Pathology 35: 506-511.
- Hollins T.W., Scott P.R., Paine J.R., 1985. Morphology, benomyl resistance and pathogenicity to wheat and rye of isolates of *Pseudocercospora herpotrichoides*. Plant Pathology 34: 369-379.
- Julian A.M., Hardy J.E., Lucas J.A., 1994. Cultural variability in the cereal eyespot pathogen *Pseudocercospora herpotrichoides*. Mycol. Res. 98 (4): 396-402.
- King A.C., Berndt H., Fehrman H., 1990. Aspects of eyespot control in wheat. Z. für PflKrankh. u. PflSchutz. 97 (3): 237-249.
- Korbas M., 2002. Nowe podejście do zwalczania łamliwości źdźbła (*Pseudocercospora herpotrichoides*) i innych chorób podsuszkowych. Referat wygłoszony na XLII sesji Naukowej IOR, Poznań, 7-8 luty 2002 (niepublikowne).
- Korbas M., Remlein-Starosta D., 1999. Odporność sprawcy łamliwości źdźbła zbóż (*Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton) na wybrane fungicydy benzimidazolowe. Postępy w Ochr. Roślin/ Prog. In Plant Prot. 39 (1): 360-366.
- Leroux P., Gredt M., Boeda Ph., 1988. Resistance of inhibitors of sterol biosynthesis in field isolates or laboratory strains of the eyespot pathogen *Pseudocercospora herpotrichoides* Pestic. Sci. 23 (2): 119-129.
- Leroux P., Marchegay P., 1991. Caractérisation des souches de *Pseudocercospora herpotrichoides*, agent du piétin-verse des céréales, résistantes au prochloraze, isolées

- en France sur blé tendere d'hiver. Agronomie 11: 767-776.
- Leroux P., Gredt M., 1997. Evolution of fungicide resistance in the cereal eyespot fungi *Tapesia yellundae* and *Tapesia acuformis* in France. Pestic. Sci. 51 (3): 321-327.
- Maliński Z.T., 1999/2000. Badania nad występowaniem na pszenicy ozimej sprawcy łamliwości źdźbła zbóż i jego wrażliwością na karbendazym. ORGANIKA - Prace Nauk. Inst. Przem. Org.: 193-202.
- Maliński Z.T., 2000. Badania wrażliwości grzyba *Pseudocercospora herpotrichoides* na wybrane fungicydy. Roczniki AR Poznań CCCXXI ser. Ogródnictwo 30: 77-83.
- Mauler A., Fehrmann H., 1987. Erfassung der Anfälligkeit von Weizen gegenüber *Pseudocercospora herpotrichoides*. I. Untersuchungen zur Pathogenität verschiedener Formen der Erreger. Z. für PflKrankh. u. PflSchutz. 94 (6): 630-636.
- Mazurek J., Mazurek J., 1990. Uprawa pszenżyta. PWRiL, Warszawa.
- Nirenberg H.I., 1981. Differenzierung der Erreger der Halmbruchkrankheit I. Morphologie. Z. für PflKrankh. u. PflSchutz. 88 (5): 241-248.
- Russell P.E., Birchmore R.J., 1987. Fungicide resistance in *Pseudocercospora herpotrichoides*. Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR Berlin 253: 155-159.
- Ruszkowski M., Mazurek J., 1986. Pszenice. PWRiL, Warszawa.
- Scott P.R., Hollins T.W., Muir P., 1975. Pathogenicity of *Cercospora herpotrichoides* to wheat, barley, oats and rye. Trans. Br. Mycol. Soc. 65 (3): 529-538.

Występowanie typu wzrostowego R grzyba *Tapesia yellundae* i jego wrażliwość na wybrane fungicydy

Streszczenie

Ze źdźbeł pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego z wyraźnymi objawami łamliwości pozyskano 123 izolaty sprawcy choroby - grzyba *Tapesia yellundae*. Materiał do izolacji pobierano w latach 1999-2001 z pól chronionych i nietraktowanych fungicydami. Pola te były usytuowane w trzech województwach (małopolskie, mazowieckie, śląskie). Pozyskane izolaty klasyfikowano na podstawie morfologii kolonii na podłożu PDA i zarodnikowania na agarze wodnym. Oceniono także ich wrażliwość na karbendazym i prochloraz. Do typu wzrostowego R zaliczono 51 czyli 41,5% wszystkich izolatów grzyba. Ten typ wzrostowy reprezentowało ponad 28% izolatów pochodzących z pszenicy i ponad 71% z pszenżyta. Tylko siedem (czyli 13,7%) izolatów typu R grzyba było odpornych na karbendazym. Pochodziły one z dwóch pól pszenicy chronionej tym fungicydem oraz dwóch pól pszenżyta, gdzie nie stosowano preparatów grzybobójczych. Wszystkie izolaty typu wzrostowego R były wrażliwe na prochloraz. Związek ten w warunkach *in vitro* wykazał większą aktywność wobec patogena niż flusilazol, propikonazol oraz azoksystrobina.