

Ocena podatności pszenicy ozimej na rdzę brunatną oraz poszukiwanie źródeł odporności

**JERZY CHEŁKOWSKI, ŁUKASZ STĘPIEŃ*,
ANNA STRZEMBICKA****

*Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk, 60 479 Poznań, ul. Strzeszyńska 34

**Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Roślin Zbożowych,
30 423 Kraków, ul. Zawila 4

Chełkowski J., Stępień Ł., Strzembicka A.

(Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Strzeszyńska 34,
60 479 Poznań, Poland)

Winter wheat susceptibility to leaf rust and resistance sources to diseases

(Otrzymano: dnia 26.01.2004)

Summary

Winter wheat cultivars were significantly infected by *Puccinia triticina* causing leaf rust in seasons 2000-2002 in southern and also central regions of Poland. Resistance genes *Lr9*, *Lr19* and *Lr24* were found to be effective against dominating populations of the pathogen and typical isolates of *P. triticina*. Mentioned three resistance genes as well as genes *Lr10* and *Lr37* were identified using STS (Sequence Tagged Site) DNA PCR markers in cultivars and resistance sources. Mentioned markers were found very useful in resistance breeding of wheat.

Key words: leaf rust, resistance genes, STS markers, wheat

WSTĘP

Choroby i szkodniki przyczyniają się do istotnego obniżenia plonu pszenicy zwyczajnej, szczególnie w latach, kiedy nasilenie chorób jest duże. Spowodowało to konieczność stosowania co najmniej dwóch zabiegów ochrony chemicznej w sezonie dla zmniejszenia strat plonu w uprawie intensywnej jaka ma miejsce w krajach europejskich. Opryski fungicydami mogą obniżyć straty plonu pszenicy ozimej średnio o około 20-25%. Jednak odporność odmian na najważniejsze patogeny może przyczynić się w istotny sposób do podniesienia plonów a zarazem obniżenia kosztów produkcji ziarna pszenicy (Chełkowski, 1999).

Geny odporności pszenicy na patogeny grzybowe dzielimy na dwie grupy. Pierwsza grupa obejmuje geny główne odporności (R), których zidentyfikowano ponad 150 jako „typ reakcji” na poszczególne patogeny i odpowiednie ich rasy (McIntosh i in., 2003). Druga grupa obejmuje geny odporności cząstkowej, których kilka lub kilkanaście zapewnia odmianom uprawnym zadowalającą odporność polową (Keller i in., 2000, Faris i in., 1999).

Dziedziczona genetycznie odporność roślin na choroby i szkodniki jest jednym z ważnych celów hodowli zbóż w tym również pszenicy. Jest ona szczególnie istotna w krajach o ekstensywnym typie uprawy takich jak Australia, Kanada, Stany Zjednoczone, Meksyk, w których odporność pszenicy na choroby powodowane przez grzyby rdzawnikowe decyduje o możliwości uprawy poszczególnych odmian. Wprowadzenie na szerszą skalę skutecznych fungicydów dla ochrony zbóż przed chorobami, począwszy od lat 60-tych poprzedniego stulecia, zmniejszyło zainteresowanie hodowców w krajach europejskich, w tym również w Polsce, odpornością tworzonych odmian na patogeny i ukierunkowanie programów hodowlanych głównie na wysokość plonu, na czym ucierpiała również jakość technologiczna rejestrowanych po roku 1980 odmian. Ponadto hodowcy pszenicy przez długi okres czasu korzystali z tych samych źródeł odporności odmian takich jak Maris Huntsman, Kaukaz i Aurora. Wynikiem tak ukierunkowanej hodowli stało się załamanie odporności tworzonych odmian.

Trudności ekonomiczne, z jakimi borykają się w chwili obecnej rolnicy w całej Europie, nadprodukcja zbóż, wysoki koszt chemicznych zabiegów ochrony roślin a także uboczna szkodliwość stosowania środków chemicznych dla środowiska, powodują od około 10-ciu lat wzrost zainteresowania odpornością na patogeny i choroby, dziedziczną genetycznie.

W poprzedniej pracy omówiono wyniki oceny porażenia odmian pszenicy na podstawie obserwacji w doświadczeniach COBORU oraz Zakładu Metod Prognozowania i Rejestracji Agrofitów Instytutu Ochrony Roślin (Chełkowski, Stępień, 2002). Sezony 2000, 2001 i 2002 cechowały się znacznym nasileniem porażenia pszenicy rdzą brunatną, nie tylko w południowych rejonach kraju, lecz również w Wielkopolsce.

Puccinia triticina jest patogenem aparatu asymilacyjnego pszenicy. Na terenie Polski i Europy występują liczne rasy (wirulencje) tego patogena. Identyfikację wirulencji prowadzi się w ostatniej dekadzie za pomocą linii izogenicznych, z których każda zawiera tylko jeden gen główny odporności R. Dotychczas zidentyfikowano 50 genów odporności na tego patogena (McIntosh i in., 2003; Roelfs i in., 1992; Woźniak-Strzembicka, 1997; Chełkowski, Stępień, 2001).

Nieobecnymi w krajowych odmianach pszenic ozimych są takie geny odporności jak *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr29*, *Lr35*. Geny te zapewniają odporność nosącym je odmianom gdyż na razie nie występują w Polsce ani w krajach sąsiednich geny wirulencji przełamujące odporność przez nie wnoszoną. Woźniak-Strzembicka (1997), Kowalczyk i in. (2000) zidentyfikowali następujące geny odporności na rdzę brunatną w odmianach krajowych: *Lr1*, *Lr3*, *Lr11*, *Lr14*, *Lr16* i *Lr26*.

W ostatnich latach w kilku znanych laboratoriach opracowane zostały markery DNA typu STS (Sequence Tagged Site) dla szeregu genów odporności pszenicy, umożliwiające ich szybką identyfikację w listkach siewek. Markery dla genów takich jak

Lr9, *Lr10*, *Lr24* i *Lr37* wykorzystano w pracach poprzednich (Chełkowski i in., 2003; Stępień i in., 2003).

Celem obecnej pracy jest ocena porażenia rdzą brunatną odmian i materiałów hodowlanych oraz nowych źródeł odporności na rdzę brunatną w warunkach silnej presji inokulum patogena w wymienionych sezonach oraz wykorzystanie markerów DNA typu STS dla identyfikacji genów odporności w formach wyjściowych oraz w potomstwie.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę obserwacji porażenia odmian pszenicy ozimej rdzą brunatną przeprowadzono w latach 2001–2002. Materiał stanowiły odmiany, linie i rody hodowlane wysiane w doświadczeniach kolekcyjnych, rody hodowlane testowane w doświadczeniach wstępnych, oraz linie poddane infekcji izolatami *Puccinia triticina* w stadium siewki (Tabela 1). Ziarniaki linii izogenicznych z genami *Lr* w odmianie Thatcher otrzymano z Cereal Research Institute w Szeged na Węgrzech.

Stopień porażenia oceniono na poletkach o powierzchni 10 m² i przedstawiono wg skali fitopatologicznej 9-stopniowej, opisanej wraz z jej przeliczeniem na skalę hodowlaną w pracy poprzedniej (Chełkowski, 1994). Reakcję form pszenicy na izolaty rdzy brunatnej *P. triticina* oceniono wg skali Mainsa-Jacksona w stadium siewki, natomiast ocenę w warunkach polowych przeprowadzono wg skali fitopatologicznej po wcześniejszej inokulacji testowanych linii pszenic mieszaniną izolatów *P. triticina* w fazie przed kłoszeniem.

Siedem linii hodowlanych pszenicy ozimej, zawierających geny odporności *Lr9* (2 linie), *Lr19* (3 linie) i *Lr24* (2 linie) otrzymano z banku genów Instytutu VURV w Pradze. Geny te zostały wprowadzone do uprawnych form ozimych z form jarych wytworzonych w CIMMYT (Stuchlikova, 1993). Materiały te rozmnożono w Instytucie Genetyki Roślin PAN w celu wykonania testów szklarniowych i polowych oraz wykorzystania do krzyżowania z wartościowymi materiałami hodowlanymi. Nasiona odmian szwajcarskich otrzymano z placówki hodowlanej RAC Changins/Nyon w Szwajcarii, nasiona odmian czeskich i brytyjskich z Banku Genów VURV Praha w Czechach natomiast odmiany francuskie z firmy Florimond-Despres Co. z Francji. Nasiona linii izogenicznych w odmianie jarej Thatcher otrzymano z Cereal Research Institute na Węgrzech. Identyfikację markerów STS w badanych materiałach przeprowadzono według metodyki opisanej w pracy poprzedniej (Stępień i in., 2003).

WYNIKI BADAŃ

Lata 2000, 2001 i 2002 cechowało wyjątkowo duże, na tle ostatniego dziesięciolecia, nasilenie rdzy brunatnej pszenicy, szczególnie w województwach południowych, a także w Wielkopolsce. Sezony te były więc bardzo sprzyjające ocenie podatności wysiewanych odmian, rodów i form kolekcyjnych. Obfite inokulum patogena, który dzięki łagodnym ziomom przetrwał na oziminach, spowodowało pojawienie się

Tabela 1. Ocena porażenia wybranych form pszenicy ozimej rdzą brunatną w sezonach 2001 i 2002 na polkach Hodowli Roślin DANKO w Choryni

Table 1. Evaluation of leaf rust infection on winter wheat lines in 2001 and 2002, field trials of DANKO Plant Breeding Company at Choryń PI

Odmiana Cultivar	Stopień porażenia w skali fitopatologicznej (1-9) Disease score (in 1-9 scale)	
	2001	2002
KRIS	0	0
PIKO	0	0
REAPER	0	0
PBIS 98/125	0	0
OLH 1389	0	
HEREWARD	2	1
PRINZ	2	0
MIB 3116/95	2	0
STH 348	2	5
STH 395	2	2
SZD 331	2	0
OZH 3019	2	
ACHAT	3	0
ARISTOS	3	5
HUNTER	3	0
RUBENS	3	0
SUKCES	3	4
TORTIJA	3	
ZODIAK	3	
KBH 4037/98	3	0
SOD 1152/93	3	1
STH 9055	3	0
VDH 1143-94	3	2
ARBOLA	4	0
BOLD	4	2
ESTICA	4	4
FLAIR	4	2
HANSEAT	4	2
HAVEN	4	0
KOBRA	4	5
KORWETA	4	2
RENAN	4	1
DAD 818/94	4	0
LAD 480/93	4	3
FINEZJA	4	3
BEGRA	5	
CLUB	5	
TONACJA	5	5
WILGA	5	
WINNI	5	0
ZYTA	5	4
STH 505	5	4
ASTRON	6	
BUSSARD	6	5
ELENA	6	
KORNETT	6	3
NUTKA	6	6
TINOS	6	
F 4141-W-1-1	6	0
STH 135 (1598)	6	
EURIS	7	
KONTRAST	7	3
MIRENA (SZD195)	7	6
STH 510	7	5

* 0 brak porażenia, 9 porażenie maksymalne

* 0 no infection, 9 severe infection

Tabela 2. Wirulencje patogena *Puccinia triticina* porażające linie izogeniczne Thatcher oraz wybrane odmiany w latach 2002 i 2003 na polu IGR w Poznaniu i Cerekwicy w skali 1-4
 Table 2. *Puccinia triticina* virulences infecting Thatcher near isogenic lines and five wheat cultivars in 2002 and 2003 under field of IPG in Poznań and Cerekwica in 1-4 scale

Linie z genami Lr Lines with Lr genes	Stopień porażenia rdzą brunatną Disease score	
	2002	2003
Lr1	0	0
Lr2a	3	0
Lr2b	4	0
Lr2c	4	0
Lr3a	4	0
Lr9	0	0
Lr10	4	1
Lr11	4	0
Lr12	4	1
Lr13	4	2
Lr14b	nt	0
Lr15	4	2
Lr16	4	0
Lr17	3	1
Lr18	nt	0
Lr19	0	0
Lr20	nt	3
Lr21	nt	0
Lr22	nt	0
Lr23	0	0
Lr24	0	0
Lr25	nt	0
Lr26	3	0
Lr28	0	0
Lr29	nt	0
Lr30	nt	1
Lr32	nt	1
Lr33	nt	2
Lr34	nt	0
Lr35	nt	0
Lr37	1	1
Lr38a	nt	1
Lr38b	nt	0
Lr38/K	4	nt
Lr38/TMR	3	nt
Lr44a	nt	4
Lr44b	nt	0
LrW	0	nt
LrBa	nt	2
LrBb	4	2
Titlis (Lr 37)	nt	0
Terza (Lr 37)	nt	1
Segor	nt	4
Tirone	nt	0
Thatcher (Lr22a)	nt	1
Michigan Amber	4	4

0 brak porażenia, 4 porażenie maksymalne

nt nie oceniano

odmiana Michigan Amber kontrola wrażliwa

0 no infection, 4 severe infection

nt not tested

Michigan Amber susceptible control

urediów zarówno na liściach dolnych jak i na liściu flagowym form podatnych. Zróżnicowanie porażenia 54 odmian i rodów na polu HR DANKO w Choryni przedstawiono w Tabeli 1. Zestaw odmian polskich jak i zagranicznych w roku 2001 i 2002 wykazał znaczące zróżnicowanie stopnia porażenia, od braku objawów choroby do bardzo silnego porażenia (7 stopni w skali 9-stopniowej). Wśród linii izogenicznych wysianych na polu doświadczalnym w Cerekwicy (25 km od Poznania), nie uległy porażeniu linie i odmiany zawierające geny *Lr1*, *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr28* zarówno w 2002 jak i 2003 roku. Odmiana Michigan amber oraz większość linii izogenicznych uległa znacznemu porażeniu (Tabela 2). Do form najbardziej odpornych zaliczyć można odmiany Kris, Piko, Reaper, Titlis i Terza oraz rody OLH 1389 i PBIS 98/125. Do najsilniej porażonych (6-7 stopni w skali fitopatologicznej) zaliczyć można 14 odmian i rodów. Do wzorców podatności zaliczyć można odmiany Mirena (ród SZD 3878), Arina (odmiana szwajcarska) oraz odmiany Astron, Michigan amber. Odniesienie porażenia testowanych rodów do porażenia wzorców mało podatnych i bardzo podatnych na tym samym polu, pozwala na najbardziej poprawną ocenę stopnia podatności.

W Tabeli 3 przedstawiono wyniki obserwacji porażenia siewek po inokulacji mieszaniną izolatów najbardziej typowych dla Polski, oraz roślin w polu po inokulacji w trzech miejscowościach. Linie zawierające geny *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* oraz linie izogeniczne z tymi genami wykazały odporność w tych warunkach. Dla identyfikacji genów odporności na rdzę brunatną w materiałach hodowlanych przydatne okazały się markery DNA amplifikowane przy zastosowaniu specyficznych starterów w reakcji PCR. W Tabeli 4 przedstawiono wyniki identyfikacji markerów dla genów *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24* i *Lr37* porównano wyniki testów dla określenia obecności genu na podstawie typu reakcji i na podstawie markerów typu STS, amplifikowanych z DNA tych samych odmian i linii. Markery te dawały w warunkach naszego laboratorium wyraźne, powtarzalne prążki na żelu agarozowym. Kontrole pozytywne stanowiły linie izogeniczne, zawierające pojedyncze geny *Lr* w odmianie jarej Thatcher.

DYSKUSJA

Siedem linii hodowlanych pszenic ozimych zawierających geny odporności *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* wykazało brak podatności na typowe dla warunków Polski wirulencje *Puccinia triticina* zarówno w stadium siewki jak i w stadium rośliny dorosłej (Tabela 3).

Wyniki dwuletnich obserwacji w sześciu lub siedmiu miejscowościach wskazują na znaczną podatność rodów hodowlanych pszenic ozimych na rdzę brunatną i konieczność poprawy tej odporności. Geny odporności *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* wprowadzono do pszenicy w translokacjach z form prymitywnych (Friebe i in., 1996); gen *Lr9* z *Aegilops umbellulata*, geny *Lr19* i *Lr24* z *Agropyron elongatum*. Powyższe geny zostały przeniesione do siedmiu form ozimych w Instytucie VURV w Pradze (Stuchlikova, 1993), skąd zostały sprowadzone do namnożenia oraz oceny ich zimotrwałości i odporności na rdzę brunatną. Formy te wykazały zadowalający poziom zimotrwałości w latach 1994-2000. Kolekcyjne formy ozime wykazywały także

Tabela 3. Ocena odporności na rdzę brunatną form pszenicy zawierających geny *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* po inokulacji izolatami *Puccinia recondita* sp. *tritici*Table 3. Evaluation of leaf rust resistance of winter wheat lines with *Lr9*, *Lr19* and *Lr24*, inoculated using four isolates of *Puccinia triticina* dominating in Poland

Lp. No.	Linia/odmiana Line/cultivar	Reakcja* na izolaty <i>P. recondita</i> w stadium siewki Reaction* to <i>P. triticina</i> isolates on seedling stage				Stopień porażenia (ocena** w war. polowych) Picease** score (under field conditions)		
		69b/97	65a/97	29c/98	20b/98	1999		
						Kraków	Nieźwiedź	Cerekwica
1.	IPG-WW-1006	0;	0;	0;	0;	2	0	0
2.	IPG-WW-1007	0;	0;	0	0;	0	0	0
3.	IPG-WW-1008	4	0;	0;	0	0	0	0
4.	IPG-WW-1009	4	0	0;	0;	2	0	0
5.	IPG-WW-1010	0	0;	0;	0	1	0	0
6.	IPG-WW-1011	0;	x	0;	0;	0	0	0
7.	IPG-WW-1012	0;	0;	0;	0;	0	0	0
8.	Arina						9	9
9.	Mirena						7	9

* ocenę porażenia siewek przeprowadzono wg skali Mainsa Jacksona

0 odporne, brak oznak infekcji, 0; odporne, nekrotyczne plamki, 1 odporne, pojedyncze skupienia uredospor, 2 średnio odporne, większa ilość skupień, 3 wrażliwe, skupienia uredospor na plamach chlorotycznych, 4 bardzo wrażliwe, duże skupienia uredospor, brak chlorozy, x różne typy reakcji na tej samej roślinie

** inokulacja w polu w fazie przed kłoszeniem, mieszaniną izolatów *P. recondita*, ocena w skali 9 stopniowej, fitopatologicznej: 0 odporny, 9 bardzo wrażliwy, na poletkach o powierzchni 1m²

* disease scoring of seedlings was performed according to Mains Jackson scale

** 1m² field plots at growth stage before heading inoculated using mixture of isolates of *P. triticina*, disease score in 1-9 scale: 0 resistant, 9 very susceptible

wysoką odporność na rdzę brunatną w roku 2001, zarówno w warunkach epidemii rdzy brunatnej w Nieźwiedziu pod Krakowem i Cerekwicy pod Poznaniem jak i po inokulacji w stadium siewki i stadium rośliny dorosłej czterema izolatami *Puccinia triticina* typowymi dla warunków krajowych (Tabela 3). Formy te są w trakcie wypróbowania materiałów hodowlanych w IGR PAN w Poznaniu we współpracy ze spółkami hodowlanymi. Aby nadać wytwarzanym materiałom odporność trwałą, będą tworzone linie zawierające dwa lub więcej genów odporności. Przykładowo zarejestrowane w poprzedniej dekadzie odmiany francuskie, brytyjskie i szwajcarskie o znacznej odporności, wykazanej w kilku krajach europejskich, zawierają kombinacje genów *Lr10+Lr37* lub *Lr20+Lr26* (Winzeler i in., 2000). Geny *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* zidentyfikowano w materiałach za pomocą markerów DNA typu STS (sequence tagged site). Markery te będą pomocne dla identyfikacji wymienionych genów w potomstwie F₂ i F₃, co znacznie przyspieszy prace hodowlane. Markery te dawały powtarzalne wyniki w analizach międzylaboratoryjnych, wykonanych przez 7 wyspecjalizowanych laboratoriów europejskich (Błaszycki i in., 2004).

Obserwacje z doświadczeń COBORU opisane w pracy poprzedniej (Chęłkowski, Stępień, 2002) jak i obecnej pracy wskazują na znaczącą podatność uprawianych krajowych odmian pszenicy jak i rodów hodowlanych na rdzę brunatną.

Tabela 4. Identyfikacja genów odporności *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24* i *Lr37* w liniach hodowlanych oraz odmianach europejskich nowej generacji za pomocą markerów STS
 Table 4. Identification of *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr24* and *Lr37* resistance genes in breeding lines and West European cultivars using STS markers.

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Geny Lr zidentyfikowane jako typ reakcji Lr genes present (reaction type)	Lr 9	Lr 10	Lr 19	Lr 24	Lr 37
Titlis	CH	10+37		+			+
Eginox	CH			-			+
Terza	CH	10+37		-			+
Danis	CH	10+13		+			-
Piko	D	13		+			+
Kris	D	10+37		+			+
Slade	GB			+			+
Clever	GB			+			-
Rapor	F	13+37		+			+
Cardos	D			-			+
Rialto	GB	10+13+26		+			-
Hereward	GB	10+13		+			-
Consort	GB	10+13		+			-
Charger	GB	10+13		+			-
Brigadier	GB	13+26+37		+			+
Pegaso	I	10		+			-
Apache	F			-			+
Caphorn	F			+			+
Lorraine	F			-			+
Balthazar	F			-			+
1006	CZ	9	+	-			-
1007	CZ	9	+	-			-
1008	CZ	19		-	+		-
1009	CZ	19		-	+		-
1010	CZ	19		-	+		-
1011	CZ	24		-		+	-
1012	CZ	24		-		+	-

Porównując geny odporności zidentyfikowane w odmianach krajowych oraz geny wprowadzone w krajach Europy Zachodniej uderzające jest to, że w odmianach brytyjskich, francuskich i szwajcarskich obecne są często trzy geny (Winzeler i in., 2000) z czego geny *Lr10* i *Lr37* w żadnej z polskich odmian nie występują (Kowalczyk i in., 2000). Odmiany i linie, w których zidentyfikowano powyższe geny za pomocą markerów STS (Tabela 3 i 4), mogą być w najbliższej przyszłości wykorzystywane dla wniesienia efektywnych genów odporności na rdzę brunatną do krajowych odmian pszenic. Bardzo pożądanym efektem wykorzystania w hodowli pszenicy źródeł odporności zawierającymi takie geny jak *Lr9*, *Lr19*, *Lr24* i *Lr37*, będzie poszerzenie zmienności genetycznej odmian dzięki wprowadzeniu do puli genowej odmian pszenicy nowych genów odporności. Poszerzona też zostanie w ten sposób ogólna różnorodność genetyczna odmian, dzięki obecności translokacji z gatunków dzikich.

Zmienność ta w ostatnich dekadach znacznie się zmniejszyła na skutek zawężenia wykorzystywanych przez hodowców form wyjściowych jako źródeł odporności. W znaczącym procencie zarejestrowanych odmian krajowych geny odporności pochodzą z odmiany Maris Huntsman i są już nieefektywne. Materiały zawierające wymienione wyżej geny zawierają translokacje z takich gatunków dzikich jak perz i kozięca (Friebe i in., 1996), które wnoszą znaczące urozmaicenie do materiału genetycznego pszenicy uprawnej.

LITERATURA

- Błaszczak L., Chełkowski J., Korzun V., Kraic J., Ordon F., Ovesna J., Purnhauser L., Tar M., Vida G. 2004. Ring Test results of STS markers for leaf rust resistance genes in wheat. W: Chełkowski J., Stępień Ł.: Microscopic Fungi, Host Resistance Genes, Genetics and Molecular Research, Institute of Plant Genetics, PAS, Poznań, Poland s. 87-98.
- Chełkowski J., 1994. Ocena porażenia upraw pszenicy chorobami oraz podatność odmian, linii i rodów na choroby grzybowe. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo* 1: 8-13.
- Chełkowski J., 1999. Pszenice jakościowe o wysokiej wartości wypiekowej w Wielkiej Brytanii. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo* 1: 53-54.
- Chełkowski J., Stępień Ł., 2001. Molecular markers for leaf rust resistance genes in wheat. *J. Appl. Genet.* 42:117-126.
- Chełkowski J., Stępień A., 2002. Podatność krajowych odmian pszenicy na patogeny grzybowe i genetycznie dziedziczona odporność na powodowane przez nie choroby. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo* 2: 27-35.
- Chełkowski J., Golka L., Stępień Ł., 2003. Application of STS markers for leaf rust resistance genes in near isogenic lines of spring wheat cv. Thatcher. *J. Appl. Genet.* 44: 323-338.
- Faris J. D., Li W. L., Liu D. J., Chen P. D., Gill B.S., 1999. Candidate gene analysis of quantitative disease resistance in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 98: 219-225.
- Friebe B., Jiang J., Raupp W. J., Mcintosh R. A., Gill B. S., 1996. Characterization of wheat alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica* 91: 59-97.
- IHAR Kraków Wyniki obserwacji porażenia rdzą brunatną odmian i rodów hodowlanych, lata 2000-2001.
- Keller B., Feuillet C., Messmer M., 2000. Genetics of disease resistance. In *Mechanism of Resistance to Plant Diseases*. Eds: A. Slusarenko, R. S, S, Froser, L.C. Van Loon. Kluwer Academic Publ.: 101-160.
- McIntosh R. A., Appels R., Devos K. M., Dubcovsky J., Rogers W. J., Yamazaki Y. 2003. Catalogue of gene symbols for wheat. *Proc. 10th Intern. Wheat Genet. Symp., Paestum, Italy* Vol. 4.
- Kowalczyk K., Hsam S. L. K., Zeller F. J., 1998. Identification of powdery mildew resistance genes in common wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) XI. Cultivars grown in Poland. *J. Appl. Genet.* 39(3): 225-236.
- Kowalczyk K., Hsam S. L. K., Zeller F. J., 2000. Preliminary results of identification of leaf rust resistance genes in Polish common wheat cultivars. *Proc. 10th Conference Microscopic fungi – the genetic and molecular studies on fungal plant pathogens and their metabolites*. Poznań, Poland 46-52.

- Roelfs A. P., Singh R. P., Saari E. E., 1992. Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Stępień Ł., Golka L., Chełkowski J., 2003. Leaf rust resistance genes of wheat: identification in cultivars and resistance sources. *J. Appl. Genet.* 44(2): 139-149.
- Stuchlikova E., 1993. Transfer of Lr9, Lr19 and Lr24 into productive winter wheat cultivars. *Genet. a Slecht.* 29:105-110.
- Winzeler M., Mesterhazy A., Park R. F., Bartos P., Csoos M., Goyeau H., Ittu M., Jones E., Loschenberger F., Manninger K., Pasquini M., Richter K., Rubiales D., Schachermayr G., Strzembicka A., Trottet M., Unger O., Vida G., Walther U., 2000. Resistance of European wheat germplasms to leaf rust. *Agronomie* 20: 783-792.
- Woźniak Strzembicka A., 1997. Rdza brunatna pszenicy – genetyczne podstawy odporności. *Biul. IHAR* 204: 145-252.

Streszczenie

W sezonach 2000-2002 występowało silne i wczesne porażenie upraw pszenicy ozimej rdzą brunatną, powodowaną przez *Puccinia triticina*, szczególnie w południowych a także centralnych regionach Polski. Geny odporności *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* okazały się efektywne wobec populacji patogena jak też izolatów dominujących populacji w stadium siewki i stadium roślin dorosłych. Wymienione trzy geny jak również geny *Lr10* i *Lr37* identyfikowano za pomocą markerów DNA – PCR typu STS (Sequence Tagged Site) w źródłach odporności oraz odmianach. Zastosowanie powyższych markerów będzie pomocne w prowadzeniu hodowli odpornościowej pszenicy.