

ANNA WOŹNIAK-STRZEMBICKA

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie

Wirulencja populacji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* w Polsce w latach 1998–2001

Virulence of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* population in Poland in 1998–2001

Pojedyncze izolaty *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* testowano w stadium siewek, celem określenia wirulencji na zestawie serii 40 linii izogenicznych NIL, wyprowadzonych na bazie odmiany Thatcher z genami odporności *Lr*. W latach 1998–2001 przetestowano 1096 izolatów. Obserwowano wysoką częstość wirulencji patogena (67–100%) w stosunku do większości genów odporności. W porównaniu z poprzednim okresem badań notowano niższy poziom wirulencji wobec genów *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*. Niewiele genotypów patogena było zdolnych do porażenia linii z genami *Lr38* i *LrW*. Nie obserwowano wirulencji w stosunku do genów *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24* i *Lr25*. Na zestawie 15 linii izogenicznych: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28* zidentyfikowano dwadzieścia trzy patotypy *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Patotypy 02722, 02726, 03726 i 53726 dominowały w populacji grzyba we wszystkich czterech latach badań. Określono skuteczność poszczególnych genów odporności pszenicy w stadium rośliny dorosłej na populację patogena. Wysoką efektywnością charakteryzowały się geny *Lr9*, *Lr13*, *Lr19*, *Lr22*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr34*, *Lr35* i *Lr37*.

Słowa kluczowe: geny odporności, pszenica, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, wirulencja

A total of 1096 isolates of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* was collected in Poland from 1998 to 2001. Those isolates were tested for virulence on seedlings of a set of 40 near isogenic Thatcher lines (NIL) with the resistance genes *Lr*. High virulence frequency (67 to 100%) to majority of the *Lr* genes was found. In the years of study the frequencies of virulence to the lines with *Lr1*, *Lr2a*, and *Lr2b* were lower than in preceding years. Also the virulence to *Lr38* and *LrW* was rare. No virulence was found to the resistance genes *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24* and *Lr25*. Twenty-three different pathotypes of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* were identified using 15 near isogenic lines with the resistance genes: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28*. The most widespread pathotypes were: 02722, 02726, 03726, and 53726. The effectiveness of the *Lr*-genes against leaf rust was evaluated at the adult stage in the field. The *Lr9*, *Lr13*, *Lr19*, *Lr22*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr34*, *Lr35* and *Lr37* resistance genes were effective.

Key words: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, resistance genes, wheat, virulence

WSTĘP

Rdza brunatna pszenicy powodowana przez grzyb *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* (= *Puccinia triticina* Erikss.) należy do jednej z groźniejszych chorób tego gatunku w wielu rejonach świata (McIntosh i in., 1995). Pośród gatunków rdzy zbożowych występujących w Polsce rdza brunatna jest najbardziej rozpowszechnioną i pojawiającą się corocznie na ozimych i jarych formach pszenicy, także w ostatnich latach na zasiewach pszenżyta (Arseniak, 1996; Strzembicka, 1997; Strzembicka i in., 1998).

Jedyną drogą zmierzającą do ograniczenia choroby, zgodną z założeniami właściwej ochrony środowiska, a przy tym najbardziej celową i ekonomiczną jest wprowadzenie do powszechnej uprawy odmian odpornych. Hodowla odmian odpornych wymaga zarówno badania odporności rośliny żywicielskiej jak i badania chorobotwórczości patogena.

Informacje dotyczące struktury populacji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* oraz częstotliwości genów wirulencji korespondujących z genami odporności pszenicy mają duże znaczenie dla skutecznego wykorzystania tych genów.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki analizy struktury i wirulencji populacji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* w Polsce w latach 1998–2001. Opisane badania są kontynuacją prac, których wyniki zostały wcześniej opublikowane (Woźniak-Strzembicka, Gajda, 1995; Strzembicka, 1997).

MATERIAŁ I METODY

Próbki patogena na liściach pszenicy i pszenżyta zbierano z odmian zrejonizowanych i rodów hodowlanych. Porażone liście pobrano w kilkunastu miejscowościach, reprezentujących różne rejony geograficzne kraju. W omawianym okresie badań pobierano również próbki patogena z powietrza za pomocą stacjonarnego wylapywacza zarodników (rejon południowo-wschodniej Polski). Z pojedynczych skupień uredospor z próbek porażonych liści wyodrębniono izolaty grzyba. Ogółem w latach 1998–2001 analizowano 1096 izolatów pochodzących z pszenicy i pszenżyta. Celem określenia spektrum chorobotwórczości *Puccinia recondita* f.sp.*tritici* poszczególne izolaty testowano na różnicującym zestawie 40 linii izogenicznych NIL (Near Isogenic Lines) wyprowadzonych na bazie odmiany Thatcher. Wykaz linii NIL wraz z genami odporności *Lr* i pochodzeniem podaje tabela 1. Przedstawiony zestaw obowiązuje obecnie w Europie w ramach ogólnoeuropejskiej współpracy w zakresie analiz chorobotwórczości patogenów (Mesterhazy i in., 2000).

Linie NIL inokulowano w warunkach szklarniowych w stadium drugiego liścia poszczególnymi izolatami grzyba. Stosowano tradycyjną metodę na siewkach, a także metodę obciętych liści na pożywce agarowo-benzimidazolowej (Park, Felsenstein, 1998). Po 12-dniowej inkubacji w kontrolowanych warunkach (komora klimatyczna, temp. 22/18C noc/dzień) przeprowadzono ocenę porażenia siewek wg skali 0–4 (Roelfs i in., 1962). Typ infekcji 0–2 interpretowano jako odporny/awirulencja, typ infekcji 3–4 jako wrażliwy/wirulencja Na podstawie uzyskanych wyników określono częstość wirulentnych izolatów w populacji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

Tabela 1

Wykaz linii izogenicznych NIL z genami *Lr*
List of near –isogenic lines with *Lr* genes

Gen <i>Lr</i> <i>Lr</i> gene	Pochodzenie Pedigree	Numer identyfikacyjny Identity number
<i>Lr</i> 1	Tc*6/Centenario	RL 6003
<i>Lr</i> 2a	Tc*6/Webster	RL 6016
<i>Lr</i> 2b	Tc*6/Carina	RL 6019
<i>Lr</i> 2c	Tc*6/Loros	RL 6047
<i>Lr</i> 3	Tc*6/Democrat	RL 6002
<i>Lr</i> 3bg	Bage/Tc*8	RL 6042
<i>Lr</i> 3ka	Tc*6/Aniversario	RL 6007
<i>Lr</i> 9	Transfer/Tc*6 <i>Aegilops.umbellulata</i>	RL 6010
<i>Lr</i> 10	Tc*6/Exchange	RL 6004
<i>Lr</i> 11	Tc*2/Hussar	RL 6053
<i>Lr</i> 12	Exchange/Tc*6	RL 6011
<i>Lr</i> 13	Tc*6/Frontana	RL 4031
<i>Lr</i> 14a	Selkirk/Tc*6	RL 6013
<i>Lr</i> 14b	Tc*6/Mario Escobar	RL 6006
<i>Lr</i> 15	Tc*6/W1483	RL 6052
<i>Lr</i> 16	Tc*6/Exchange	RL 6005
<i>Lr</i> 17	Klein Lucero/Tc*6	RL 6008
<i>Lr</i> 18	Tc*7/Afrika 43	RL 6009
<i>Lr</i> 19	Tc*7 Transloc.4- <i>Agropyron elongatum</i>	RL 6040
<i>Lr</i> 20	Tc*6/Jimmer	RL 6092
<i>Lr</i> 21	Tc*6RL5406 <i>Ae. Squarrosa v.mayeri</i>	RL 6043
<i>Lr</i> 22	Tc*6/RL5404 <i>Ae.squarrosa.v.strangulata</i>	RL 6044
<i>Lr</i> 23	Lee 310/Tc*6	RL 6012
<i>Lr</i> 24	Tc*6/Agent (<i>Agropyron elongatum</i>)	RL 6064
<i>Lr</i> 25	Tc*6/Transec (<i>Secale cereale</i>)	RL 6084
<i>Lr</i> 26	Tc*6/St-1-25	RL 6078
<i>Lr</i> 28	Tc*6/C-77-1 (<i>Aegilops speltoides</i>)	RL 6079
<i>Lr</i> 29	Tc*6/CS7D-Ag + 11 (<i>Agropyron elongatum</i>)	RL 6080
<i>Lr</i> 30	Tc*6/Terenzio	RL 6049
<i>Lr</i> 32	Tc*6/3/ <i>Aegilops squarrosa</i>	RL 6086
<i>Lr</i> 33	Tc*6/PI 58548-1	RL 6057
<i>Lr</i> 34	Tc*6/PI 58548-2	RL 6058
<i>Lr</i> 35	Tc*6/RL 5711 <i>T.speltoides</i>	RL 6082
<i>Lr</i> 37	Tc*8/VPMI <i>T.ventricosum</i>	RL 6081
<i>Lr</i> 38	Tc*6/T7 Kohn	RL 6097
<i>Lr</i> 38	Tc*6/TMR-514-12-24	RL 6137
<i>Lr</i> 44	Tc*6/ <i>T.spelta</i>	RL 6147
<i>Lr</i> B	Tc*6/Carina	RL 6051
<i>Lr</i> B	Tc*6/PI 268316	RL 6061
<i>Lr</i> W	Tc*6/V336	RL 6107
Tc	Thatcher- kontrola (check)	RL 6101

W trakcie badań w latach 1998–2001 identyfikowano patotypy rdzy brunatnej stosując zestaw 15 linii izogenicznych NIL z genami: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28*. Metoda nazewnictwa i identyfikacji patotypów została zaproponowana i przyjęta przez badaczy uczestniczących w ogólnoeuropejskiej współpracy w programie COST Action 817 (Mesterhazy i in., 2000). Wymienione geny odporności zaszeregowano do 5 grup trójkowych (wartość wirulentnych reakcji podano w nawiasach): pierwsza trójka

Lr1(1), *Lr2a*(2), *Lr2b*(4), druga *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, trzecia *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, czwarta *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, piąta *Lr24*, *Lr26*, *Lr28*. Patotypy oznaczono cyframi na podstawie informacji odnośnie wirulencji/awirulencji dla danej trójki oznaczonych genów w grupach. Wartość dla wirulencji wobec pierwszego, drugiego i trzeciego genu w grupie trójkowej jest 1, 2 i 4 odpowiednio, oraz 0 dla awirulencji. Suma liczb między 0 a 7 oznacza spektrum wirulencji dla wszystkich 3 genów w danej grupie. Tak więc, jeśli patotyp jest wirulentny wobec linii z genami: *Lr3*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr21* i *Lr26* jego kod jest następujący: 02722.

Celem określenia skuteczności poszczególnych genów odporności *Lr* w stadium rośliny dorosłej, linie izogeniczne NIL poddano ocenie na porażenie przez *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* w polu z zastosowaniem inokulacji w latach 2000–2001. Linie wysiano w jednym powtórzeniu po 2 rzędki, z kontrolną odmianą podatną Thatcher (co 5 poletko). Rośliny zakażano w stadium 8–9 wg skali Feekesa przez opryskiwanie zawiesiną uredospor (z dodatkiem Tween 20) sporządzoną z mieszaniny izolatów *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Inokulowano pas roślin o szerokości 50cm. Ocenę porażenia przeprowadzono według skali 9-stopniowej: 9 — całkowicie odporny, 1 — bardzo wrażliwy.

WYNIKI I DISKUSJA

Częstość wirulentnych izolatów *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* zebranych w latach 1998–2001 przedstawiono w tabeli 2. W omawianym okresie badań obserwowano wysoką frekwencję wirulencji (67–100%) w stosunku do większości genów odporności. Poziom wirulencji nie ulegał zasadniczej zmianie na przestrzeni tych lat. Nie notowano również większego zróżnicowania w zakresie geograficznego rozmieszczenia poszczególnych wirulencji na terenie kraju. W porównaniu z poprzednim okresem badań prowadzonych w latach 1994–1997 (Strzembicka, 1997) obserwowano znacznie niższą frekwencję wirulencji wobec genów *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*.

Niższy poziom wirulencji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* korespondującej z genami *Lr1* i *Lr2a* odnotowano także w innych krajach Europy (Gultyaeva i in., 2000; Manninger 2000; Mesterhazy i in., 2000).

Niewiele genotypów patogena jest zdolnych do porażenia linii z genami *Lr38* i *LrW* zarówno w Polsce (tab. 2), jak i w wielu rejonach Europy (Mesterhazy i in., 2000).

Geny *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* należą nadal do wysoce skutecznych na populację *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* występującą w Polsce, w omawianym okresie badań w populacji nie wystąpiły izolaty charakteryzujące się wirulencją w stosunku do tych genów (tab. 2). Badania prowadzone w kraju w poprzednich latach wykazały także brak w populacji grzyba izolatów wirulentnych wobec linii z genami *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* (Woźniak-Strzembicka, Gajda, 1995; Strzembicka, 1997).

Tabela 2

Częstość wirulentnych izolatów na liniach izogenicznych z genami *Lr* w Polsce
Frequency of virulent isolates on isogenic lines with *Lr* resistance genes in Poland

<i>Lr</i> gen Gene <i>Lr</i>	Lata Years			
	1998	1999	2000	2001
	%			
<i>Lr 1</i>	16	28	16	21
<i>Lr 2a</i>	11	20	14	13
<i>Lr 2b</i>	19	28	14	22
<i>Lr 2c</i>	42	56	43	40
<i>Lr 3</i>	97	90	95	95
<i>Lr 3bg</i>	97	93	94	93
<i>Lr 3ka</i>	94	92	95	94
<i>Lr 9</i>	0	0	0	0
<i>Lr 10</i>	98	100	100	100
<i>Lr 11</i>	100	100	100	100
<i>Lr 12</i>	100	100	100	100
<i>Lr 13</i>	100	99	100	100
<i>Lr 14a</i>	100	98	100	99
<i>Lr 14b</i>	98	99	99	99
<i>Lr 15</i>	95	94	89	94
<i>Lr 16</i>	100	99	97	99
<i>Lr 17</i>	96	88	93	76
<i>Lr 18</i>	73	68	86	72
<i>Lr 19</i>	0	0	0	0
<i>Lr 20</i>	92	83	80	72
<i>Lr 21</i>	98	98	99	98
<i>Lr 22</i>	98	99	99	100
<i>Lr 23</i>	1	3	0	0
<i>Lr 24</i>	0	0	0	0
<i>Lr 25</i>	0	0	0	0
<i>Lr 26</i>	98	82	73	78
<i>Lr 28</i>	69	66	74	67
<i>Lr 29</i>	68	57	50	76
<i>Lr 30</i>	96	100	99	100
<i>Lr 32</i>	98	100	97	100
<i>Lr 33</i>	100	100	100	100
<i>Lr 34</i>	100	100	100	100
<i>Lr 35</i>	100	100	100	100
<i>Lr 37</i>	96	96	100	100
<i>Lr 38/K</i>	6	16	17	8
<i>Lr 38/MR</i>	13	27	14	11
<i>Lr 44/Tr.sp</i>	94	92	92	89
<i>Lr B</i>	98	100	100	100
<i>Lr W</i>	30	46	4	3
Thatcher	100	100	100	100
Liczba izolatów Number of isolates	330	152	311	303

Geny *Lr9* i *Lr19* są jedynymi w pełni skutecznymi w całej Europie. W większości krajów linie NIL zawierające te geny pozostają wolne od infekcji. Także wirulencja w stosunku do genu *Lr24* i *Lr25* nie występowała w przeważającej części Europy, lub była sporadyczna. Jednak w latach 1998–1999 notowano w stosunku do genu *Lr24* znaczny poziom wirulencji w Bułgarii i Rumunii (30–50%). Przypuszczalnie fakt ten można

tłumaczyć pojawieniem się nowych patotypów rdzy w tej części Europy (Mesterhazy i in., 2000). Znaczny poziom wirulencji korespondującej z genami *Lr9* i *Lr24* od wielu lat notuje się w USA i Kanadzie (Kolmer, 1999; Long i in., 2002). Odmiany z tymi genami były i są powszechnie uprawiane w tych krajach.

Populacja *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* jest złożona, występuje w niej wiele kombinacji wirulencji/awirulencji. W trakcie prac zidentyfikowano dwadzieścia trzy patotypy rdzy na zestawie 15 linii izogenicznych, piętnaście z nich przedstawiono w tabeli 3. Patotypy oznaczone kodem 02722, 02726, 03726 i 53726 występowały z dużą częstotliwością w populacji grzyba we wszystkich 4 latach badań. Większość zidentyfikowanych w Polsce patotypów stwierdzono w populacjach patogena w innych krajach europejskich. Dominujące w kraju patotypy 02722, 03726 notowano także ze znaczną częstotliwością w Bułgarii (Todorova, 1996), natomiast patotypy 03722, 43722, 73722 pojawiające się w Polsce w niewielkim procencie (tab. 3) dominowały w populacji rdzy na Węgrzech (Manninger, 2000).

Tabela 3

Patotypy rdzy brunatnej *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* zidentyfikowane w Polsce w latach 1998–2001
Pathotypes of wheat leaf rust *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* identified in Poland in the years 1998–2001

Patotyp Pathotype	Wirulencja /gen <i>Lr</i> Virulent / <i>Lr</i> gene	Lata Years			
		1998	1999	2000	2001
02320	3,11,15,21			3,2	3,6
02322	3,11,15,21,26		3,3		4,3
02326	3,11,15,21,26,28	2,7			
02720	3,11,15,17,21		2,6	2,3	3,3
02722	3,11,15,17,21,26	17,0	22,3	19,6	16,8
02724	3,11,15,17,21,28			6,4	6,6
02726	3,11,15,17,21,26,28	25,4	19,7	12,5	13,2
03720	2c,3,11,15,17,21			3,2	3,6
03722	2c,3,11,15,17,21,26	4,2		3,2	4,3
03726	20,3,11,15,17,21,26,28	14,6	23,0	13,5	14,8
12726	1,3,11,15,17,21,26,28	5,2		3,2	2,3
13726	1,2c,3,11,15,17,21,26,28	2,7	4,6	2,3	
43722	2b,2c,3,11,15,17,21,26	4,2	3,3	2,3	
53726	1,2b,2c,3,11,15,17,21,26,28	12,1	13,1	11,6	13,2
73722	1,2a,2b,2c,3,11,15,17,21,26		3,3	2,3	2,6
Ogółem Total		88,1	95,2	85,6	88,6
Inne Other		11,9	4,8	14,4	11,4
Liczba izolatów No. of isolates		330	152	311	303

Według badaczy dominujące w krajach europejskich w populacji *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* patotypy stanowią ok. 16–30% populacji. Jednak w większości populacja patogena złożona jest z wielu patotypów, których frekwencja jest bardzo niska. Te dane wskazują na dużą genetyczną różnorodność europejskiej populacji tego gatunku grzyba, szczególnie dotyczy to południowo-wschodnich rejonów Europy (Mesterhazy i in., 2000).

Wysoką odporność w fazie rośliny dorosłej w warunkach polowych wykazały linie z genami *Lr9*, *Lr13*, *Lr19*, *Lr22*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37* (tab. 4). Spośród tych wymienionych geny *Lr9*, *Lr19*, *Lr24* i *Lr25* należą do wysoce skutecznych zarówno w stadium siewek, jak i w stadium rośliny dorosłej, pozostałe charakteryzuje wysoka efektywność jedynie w stadium rośliny dorosłej (tab. 5).

Tabela 4

Porażenie rdzą brunatną linii izogenicznych w warunkach polowych w 2000–2001
Leaf rust severity on the near-isogenic lines, field conditions in 2000–2001

Gen <i>Lr</i> <i>Lr</i> gene	Lata Years	
	2000	2001
<i>Lr1</i>	6*	5
<i>Lr2a</i>	5	6
<i>Lr2b</i>	5	4
<i>Lr2c</i>	5	4
<i>Lr3</i>	5	4
<i>Lr3bg</i>	5	4
<i>Lr3ka</i>	3	4
<i>Lr9</i>	9	9
<i>Lr10</i>	5	5
<i>Lr11</i>	5	4
<i>Lr12</i>	6	6
<i>Lr 13</i>	7	7
<i>Lr14</i>	5	4
<i>Lr14b</i>	5	4
<i>Lr15</i>	5	3
<i>Lr 16</i>	4	3
<i>Lr17</i>	6	6
<i>Lr18</i>	6	6
<i>Lr19</i>	9	9
<i>Lr20</i>	6	5
<i>Lr21</i>	6	6
<i>Lr22</i>	7	7
<i>Lr23</i>	6	6
<i>Lr24</i>	9	9
<i>Lr 25</i>	8	7
<i>Lr26</i>	5	4
<i>Lr28</i>	6	6
<i>Lr29</i>	9	8
<i>Lr30</i>	5	4
<i>Lr32</i>	6	6
<i>Lr33</i>	5	4
<i>Lr34</i>	8	8
<i>Lr35</i>	9	9
<i>Lr37</i>	9	8
<i>Lr38/K</i>	6	6
<i>Lr38/MR</i>	6	6
<i>Lr44</i>	6	6
<i>LrB</i>	6	5
<i>LrW</i>	6	6
Tc-kontrola	3	3

*Skala: 9 — Odporny, 1 — Wrażliwy; Scale: 9 — Resistant, 1 — Susceptible

Tabela 5

Skuteczność genów odporności *Lr* na rdzę brunatną w stadium siewek i w stadium rośliny dorosłej
Effectiveness of resistance genes against wheat leaf rust at seedling and adult stage

Geny odporności Resistance genes					
nieefektywne ineffective		efektywne effective		średnio efektywne moderately effective	
stadium stage					
siewki seedling	rośliny dorosłej adult plant	siewki seedling	rośliny dorosłej adult plant	siewki seedling	rośliny dorosłej adult plant
Lr3,Lr3bg	Lr2b,Lr2c	Lr9	Lr9	Lr1	Lr1
Lr3ka,Lr10	Lr3,Lr3bg	Lr19	Lr13	Lr2a	Lr2a
Lr11,Lr12	Lr3k,Lr10	Lr23	Lr19	Lr2b	Lr12
Lr13,Lr14a	Lr11,Lr14a	Lr24	Lr22	Lr28	Lr17
Lr14b,Lr15	Lr14b,Lr15	Lr25	Lr24	Lr38K	Lr18
Lr16,Lr17	Lr16,Lr26		Lr25	Lr38MR	Lr20
Lr18,Lr20	Lr30,Lr33		Lr29	LrW	Lr21
Lr21,Lr22	LrB		Lr34		Lr23
Lr26,Lr30			Lr35		Lr28
Lr32,Lr33			Lr37		Lr32
Lr34,Lr35					Lr38K
Lr37,Lr44					Lr38MR
LrB					Lr44
					LrW

W Europie, w tym w Polsce jednymi z najbardziej powszechnych genów odporności pszenicy są głównie geny *Lr3*, *Lr10*, *Lr13*, *Lr26*, częściowo *Lr37* oraz ich kombinacje (Winzeler i in., 2000). Częstość wirulencji w stosunku do tych genów jest wysoka, z powodu szybkiej adaptacji populacji patogena.

Według licznych autorów (Roelfs i in., 1992; McIntosh i in., 1995; Winzeler i in., 2000; Messmer i in., 2000) w zwalczaniu i ograniczeniu rozprzestrzeniania się rdzy istotne znaczenie ma wprowadzenie do uprawy odmian, które warunkowałyby bardziej trwałą odporność. Podstawą do uzyskania tego typu odporności na rdzę brunatną pszenicy są kombinacje (piramidowanie) kilku genów kontrolujących odporność w stadium rośliny dorosłej lub ich kombinacje z genami odporności specyficznej w fazie siewek. Według ostatnich doniesień (Mesterhazy in., 2000; Winzeler i in., 2000; Messmer i in., 2000) gen *Lr34* w kombinacji z innymi genami warunkuje najbardziej trwały typ odporności, podczas gdy obecność tego genu w odmianach pojedynczo nie gwarantuje długotrwałej odporności.

WNIOSKI

1. Prowadzony corocznie przegląd patogeniczności *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* jest jedynym sposobem, który ujawnia zmiany w populacji patogena, w kontekście głównych genów odporności pszenicy *Lr*.
2. Prace dają informacje o skuteczności genów odporności na populację patogena i są niezbędne dla tworzenia programów hodowli odmian odpornych na rdzę.

LITERATURA

- Arseniuk E. 1996. Triticale diseases — a review. In: Triticale: today and tomorrow (H. Guedes-Pinto (ed.) Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht: 499 — 525.
- Gulyaeva E., Walther U., Kopahnke D., Mikhailova L. 2000. Virulence of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* in Germany and European part of Russia in 1996–1999. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 35 (1–4): 409 — 412.
- Kolmer J. A. 1999. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* in Canada, 1997. Plant Dis. 83: 194 — 197.
- Long D. L., Kolmer J. A., Leonard K. J., Hughes M. E. 2002. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2000. Plant Dis. 86, No. 9: 981 — 986.
- Manninger K. 2000. Virulence survey of wheat leaf rust in Hungary: races / pathotypes in 1999. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 35 (1–4): 421 — 428.
- McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. 1995. Wheat rusts: an atlas of resistance genes. CSIRO. Australia. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht: 200 pp.
- Messmer M. M., Seyfarth R., Keller M., Schachermayr G., Winzeler M., Zanetti S., Feuillet C., Keller B. 2000. Genetic analysis of durable leaf rust resistance in winter wheat. Theor. Appl. Genet. 100: 419 — 431.
- Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks E. R., Csoos M., Andersen O., Casulli F., Ittu M., Jones E., Ministerski J., Manninger K., Pasquini M., Rubiales D., Schachermayr G., Strzembicka A., Szunics I., Todorova M., Unger O., Vanco B., Vida G., Walther U. 2000. European virulence survey for leaf rust in wheat. Agronomie. 20: 793 — 804.
- Park R. F., Felsenstein F. G. 1998. Physiological specialization and pathotype distribution of leaf rust of wheat in Western Europe, 1995. Plant Pathol. 47: 157 — 164.
- Roelfs A. P., Singh R. O. Saari E. E. 1992. Rust Disease of Wheat. Concepts and methods of disease management. CIMMYT Mexico: 81 pp.
- Strzembicka A. 1997. Virulence of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Poland. J. Appl. Genet. 38B: 101 — 105.
- Strzembicka A., Węgrzyn S., Grzesik H. 1998. Ocena materiałów hodowlanych pszenżyta pod względem odporności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f.sp.*tritici*) Biul. IHAR 205/206: 273 — 277.
- Todorova M. 1996. Pathotype specialization of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Bulgaria during 1973–1993. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bull. 24: 54 — 59.
- 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., Trotter M., Unger O., Vida G., Walther U. 2000. Resistance of European winter wheat germplasm to leaf rust. Agronomie 20: 783 — 792.
- Woźniak-Strzembicka A., Gajda Z. 1965. Struktura populacji rdzy brunatnej pszenicy (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) w Polsce. Biul. IHAR. 194: 183 — 187.