

ANNA WOŹNIAK-STRZEMBICKA

GRZEGORZ CZAJOWSKI

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Wirulencja populacji *Puccinia triticina* w Polsce w latach 2002–2007

The virulence of *Puccinia triticina* population in Poland in 2002–2007

Pojedyncze izolaty *Puccinia triticina* testowano na siewkach w zestawie serii 40 linii izogenicznych NIL w celu określenia wirulencji, wyprowadzonych na bazie odmiany Thatcher z genami odporności *Lr*. Ogółem w latach 2002–2007 przetestowano 1200 izolatów pochodzących z pszenicy i pszenżyta. Obserwowano wysoką częstotliwość wirulencji patogena (70–100%) w stosunku do większości genów odporności. Niski poziom wirulencji w populacji *Puccinia triticina* pochodzącej z pszenicy notowano wobec genów *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr20* i *Lr38*. Natomiast w populacji pochodzącej z pszenżyta niski poziom wirulencji stwierdzono w stosunku do genów *Lr1*, *Lr2a*, *Lr3*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr26*, *Lr28* i *Lr38*. Podobnie jak w poprzednich latach geny *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* i *LrW* należą do najbardziej skutecznych. Na zestawie 15 linii izogenicznych: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26*, *Lr28* zidentyfikowano 60 patotypów *Puccinia triticina*. We wszystkich: 109–115 latach badań patotypy: 02720, 02722, 02726, 03722 i 12722 dominowały w populacji grzyba pochodzącej z pszenicy, natomiast w populacji z pszenżyta dominującymi były patotypy: 01120, 41120, 41124, 41320.

Słowa kluczowe: geny odporności, populacja, *Puccinia tritici*, wirulencja

A total of 1200 isolates of *Puccinia triticina* were collected from wheat and triticale plants in Poland between 2002 and 2007. The isolates were tested for virulence on seedlings of 40 near-isogenic lines (NILs) obtained on the basis of cv. Thatcher and expressing *Lr* resistance genes. A high frequency (70–100%) of isolates virulent towards the majority of *Lr* genes was recorded. Low virulence against the lines expressing *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr20* and *Lr38* genes in the population originated from wheat was observed. As regards the population originated from triticale, the occurrence of isolates showing virulence towards the lines expressing *Lr1*, *Lr2a*, *Lr3*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr26*, *Lr28* and *Lr38* genes was generally rare. The results indicate that the genes *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* and *LrW* were the most effective throughout the years of investigations. Sixty different *P. triticina* pathotypes were identified with the use of 15 NILs possessing the resistance genes *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr9*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr19*, *Lr21*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr26* and *Lr28*. Pathotypes 02720, 02722, 02726, 03722 and 12722 appeared to be most widespread in the population originated from wheat, whereas pathotypes 01120, 41120, 41124 and 41320 were prevalent in the population originated from triticale.

Key words: population of *Puccinia triticina*, resistance genes, virulence

WSTĘP

Rdza brunatna pszenicy powodowana przez grzyb *Puccinia triticina* Erikss. należy do jednej z groźniejszych chorób tego gatunku o dużym znaczeniu ekonomicznym w wielu rejonach świata (McIntosh i in., 1995). Cechą charakterystyczną, która decyduje o ekonomicznym znaczeniu tej choroby jest systematyczność jej występowania oraz istotny wpływ na plon. Straty w plonach rokrocznie sięgają 10–15%, w rejonach epidemii obniżka plonu może wynosić 30% i wyżej (Roelfs i in., 1992). 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 (Arseniuk i in., 2000; Woźniak-Strzembicka, 2003).

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.

Rdza brunatna należy do patogenów odznaczających się wysokim poziomem zmienności genetycznej i dużymi uzdolnieniami adaptacyjnymi. Informacje o chorobotwórczości, strukturze populacji *Puccinia triticina* 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 triticina* w Polsce w latach 2002–2007. Opisane badania są kontynuacją prac, których wyniki zostały wcześniej opublikowane (Strzembicka, 1997; Woźniak-Strzembicka, 2003).

MATERIAŁ I METODY

Próbki patogena na liściach pszenicy i pszenżyta zbierano z odmian zrejonizowanych i rodów hodowlanych. Porażone liście pobrano w 19 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 2002–2007 analizowano 1200 izolatów pochodzących z pszenicy i pszenżyta. Celem określenia spektrum chorobotwórczości *Puccinia triticina* 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 2. 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. 22/18°C

noc/dzień) przeprowadzono ocenę porażenia siewek wg skali 0–4 (Roelfs i in., 1992). Typ infekcji 0–2 interpretowano jako odporny/awirulencja, typ infekcji 3–4 jako wrażliwy/wirulencja. Na podstawie uzyskanych wyników określono częstotliwość wirulentnych izolatów w populacji *Puccinia triticina*.

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

W trakcie badań w latach 2002–2007 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*, *Lr26* i *Lr28* jego kod jest następujący: 02726.

WYNIKI I DYSKUSJA

Częstość wirulentnych izolatów *Puccinia triticina* zebranych z pszenicy i pszenżyta w latach 2002–2007 przedstawiono w tabelach 2 i 3. W omawianym okresie badań obserwowano wysoką (70–100%) częstotliwość wirulencji izolatów patogena wyodrębnionych z obu gatunków zbóż w stosunku do większości genów odporności *Lr*. Analiza struktury populacji *Puccinia triticina* pochodzącej z zasiewów pszenicy i pszenżyta wskazuje na pewne zróżnicowanie poziomu wirulencji w tych populacjach wobec niektórych genów odporności.

W populacji rdzy brunatnej, która wystąpiła na pszenicy w latach badań notowano niską częstotliwość wirulencji w stosunku do genów: *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr20* i *Lr38*, a także wobec genu *Lr1* z wyjątkiem populacji zebranej w 2007 roku (tab. 2).

W porównaniu z poprzednim okresem badań prowadzonych w latach 1998–2001 (Woźniak-Strzembicka, 2003) także obserwowano niską frekwencję wirulencji wobec genów *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b* i *Lr38* w populacji *Puccinia triticina* pochodzącej z pszenicy, natomiast odnotowano znacznie niższy poziom wirulencji wobec genu *Lr20*.

Niższy poziom wirulencji *Puccinia triticina* korespondującej z genami *Lr1* i *Lr2a*, *Lr2b* odnotowano także w innych krajach Europy (Gulyaeva i in., 2000; Mesterhazy i in., 2000; Hanzalova, Bartos, 2006). Natomiast całkowicie inny obraz wirulencji wobec tych trzech genów obserwowano w wyniku badań przeprowadzonych w latach 2000–2001 na Litwie (Liatukas, 2003), gdzie wartość wirulencji wahała się od 58–88%.

Począwszy od 2004 roku analiza wirulencji przeprowadzana była oddzielnie dla izolatów pochodzących z pszenicy i pszenżyta. Umożliwiło to odnalezienie różnic w częstości wirulencji poszczególnych izolatów wobec genów *Lr*.

W populacji *Puccinia triticina* z pszenżyta notowano niską lub bardzo niską frekwencję wirulencji w stosunku do genów: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr3*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr20*, *Lr26* i *Lr28* i *Lr38* (tab. 3). Natomiast w populacji z pszenicy wobec genów *Lr3*, *Lr15*, *Lr17* i *Lr26* notowano wysoki poziom wirulencji (tab. 2). Wskazuje to, na znaczne zróżnicowanie poziomu wirulencji wobec genów odporności *Lr* w populacji *Puccinia triticina*, pochodzącej z porażonych liści pszenicy i pszenżyta.

Geny *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr25* i *LrW* należą nadal do wysoce skutecznych na populację *Puccinia tritici* występującą w Polsce na zasiewach pszenicy i pszenżyta w omawianym okresie badań, w populacji nie wystąpiły izolaty charakteryzujące się

wirulencją w stosunku do tych genów (tab. 2 i 3). Badania prowadzone w kraju w poprzednich latach wykazały także brak w populacji grzyba izolatów wirulentnych wobec linii z tymi genami (Strzembicka, 1997; Woźniak-Strzembicka, 2003).

Tabela 2

Częstotliwość wirulentnych izolatów *Puccinia triticina* z pszenicy na liniach izogenicznych z genami *Lr* w Polsce (%)
Frequency of virulent isolates of *Puccinia triticina* from wheat on isogenic lines with *Lr* resistance genes in Poland (%)

Gen <i>Lr</i> <i>Lr</i> gene	Lata Years						Średnia Average
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
<i>Lr 1</i>	0	7	0	0	21	59	15
<i>Lr 2a</i>	1	5	0	0	3	2	2
<i>Lr 2b</i>	8	23	25	16	12	12	16
<i>Lr 2c</i>	29	62	42	43	22	36	39
<i>Lr 3</i>	82	96	86	97	86	67	86
<i>Lr 9</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr 10</i>	98	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 11</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 12</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 13</i>	100	100	100	100	100	98	100
<i>Lr 14a</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 14b</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 15</i>	58	95	82	91	92	81	83
<i>Lr 16</i>	97	98	97	100	100	100	99
<i>Lr 17</i>	80	91	66	77	98	67	80
<i>Lr 18</i>	45	64	47	70	78	72	63
<i>Lr 19</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr 20</i>	20	57	50	25	16	7	29
<i>Lr 21</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 22</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 23</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr 24</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr 25</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr 26</i>	65	52	26	76	69	73	60
<i>Lr 28</i>	61	56	59	34	34	24	45
<i>Lr 29</i>	53	88	67	80	71	34	65
<i>Lr 30</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 32</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 33</i>	100	97	100	100	100	100	100
<i>Lr 34</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 35</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr 37</i>	96	100	98	98	100	98	98
<i>Lr 38/MR</i>	6	31	22	54	43	3	27
<i>Lr 44/Tr.sp</i>	82	73	88	63	68	69	74
<i>Lr B/Car.</i>	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr B/PI</i>	99	98	100	100	100	100	100
<i>Lr W</i>	0	0	0	0	0	0	0
Thatcher	100	100	100	100	100	100	100
Liczba izolatów Number of isolates	162	127	75	122	122	123	

Geny *Lr9*, *Lr19* i *Lr24* 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 (Mesterhazy, 2000; Liatukas, 2003; Hanzalova, Bartos, 2006).

Tabela 3
Częstotliwość wirulentnych izolatów *Puccinia triticina* z pszenżyta na liniach izogenicznych z genami *Lr* w Polsce (%)
Frequency of virulent isolates of *Puccinia triticina* from triticale on isogenic lines with *Lr* resistance genes in Poland (%)

Gen <i>Lr</i> <i>Lr</i> gene	Lata Years				Średnia Average
	2004	2005	2006	2006	
<i>Lr 1</i>	0	0	7	3	3
<i>Lr 2a</i>	49	28	4	2	21
<i>Lr 2b</i>	92	50	57	79	70
<i>Lr 2c</i>	92	76	84	98	88
<i>Lr 3</i>	44	23	15	0	21
<i>Lr 9</i>	0	0	0	0	0
<i>Lr 10</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 11</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 12</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 13</i>	100	100	100	47	87
<i>Lr 14a</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 14b</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 15</i>	62	28	33	6	32
<i>Lr 16</i>	98	100	100	100	100
<i>Lr 17</i>	47	18	14	6	21
<i>Lr 18</i>	54	57	56	56	56
<i>Lr 19</i>	0	0	0	0	0
<i>Lr 20</i>	11	0	7	0	5
<i>Lr 21</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 22</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 23</i>	0	0	0	0	0
<i>Lr 24</i>	0	0	0	0	0
<i>Lr 25</i>	0	0	0	0	0
<i>Lr 26</i>	8	30	12	12	16
<i>Lr 28</i>	46	29	13	10	24
<i>Lr 29</i>	90	54	61	57	66
<i>Lr 30</i>	100	98	100	100	100
<i>Lr 32</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 33</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 34</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 35</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr 37</i>	100	100	100	94	99
<i>Lr 38/MR</i>	18	3	3	2	6
<i>Lr 44/Tr.sp</i>	64	51	28	27	43
<i>Lr B/Car.</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr B/PI</i>	100	100	100	100	100
<i>Lr W</i>	0	0	0	0	0
Thatcher	100	100	100	100	100
Liczba izolatów Number of isolates	130	112	111	116	

Znaczny poziom wirulencji korespondującej z genami *Lr9* i *Lr24* od wielu lat notuje się w USA i Kanadzie (Long i in., 2002; Kolmer i in., 2008). Odmiany z tymi genami były i są powszechnie uprawiane w tych krajach.

Populacja *Puccinia triticina* jest złożona, występuje w niej wiele patotypów charakteryzujących się różnymi kombinacjami wirulencji/awirulencji wobec linii z genami *Lr*. Patotypy identyfikowano na zestawie 15 linii izogenicznych wyżej wymienionych. Podobnie jak w poprzednich latach występowały one w populacji patogena z większą bądź mniejszą frekwencją (Woźniak-Strzembicka, 2003). W latach 2002–2007 zidentyfikowano ok. 40 patotypów w populacji *Puccinia triticina* z pszenicy i 20 patotypów w populacji z pszenżyta. Dominujące w krajowej populacji rdzy patotypy stanowiły od 61,2–4,8% populacji. Wyodrębniono tylko kilka wspólnych dla pszenicy i pszenżyta, które występowały sporadycznie. Obserwuje się pewne zróżnicowanie w częstotliwości występowania zidentyfikowanych patotypów w populacjach z obu gatunków zbóż. Patotypy oznaczone kodem: 02720, 02722, 02726, 03722, 12722 wystąpiły z większą częstotliwością w populacji rdzy pochodzącej z form pszenicy (tab. 4).

Tabela 4

Patotypy rdzy brunatnej *Puccinia triticina* z pszenicy zidentyfikowane w Polsce w latach 2004–2007 (%)
Pathotypes of wheat leaf rust *Puccinia triticina* from wheat identified in Poland in 2004–2007 (%)

Patotyp Pathotype	Wirulencja/gen <i>Lr</i> Virulent/ <i>Lr</i> gene	Lata Years			
		2004	2005	2006	2007
00720	<i>Lr11, 15, 17, 21</i>			6,6	
02720	<i>Lr 3, 11, 15, 17, 21</i>	12	7,2	14,8	
02722	<i>Lr 3, 11, 15, 17, 21, 26</i>		19,6	18,9	4,8
02724	<i>Lr 3, 11, 15, 17, 21, 28</i>	10			
02726	<i>Lr 3, 11, 15, 17, 21, 26, 28</i>		9,3	15,6	
03722	<i>Lr 2c, 3, 11, 15, 17, 21, 26</i>	9	11,3		
03726	<i>Lr 2c, 3, 11, 15, 17, 21, 26, 28</i>			8,8	
10720	<i>Lr 1,11, 15, 17, 21</i>				4,3
12722	<i>Lr 1, 3, 11, 15, 17, 21, 26</i>			7,8	23
13722	<i>Lr1, 2c, 3, 11, 15, 17, 21, 26</i>				5,6
43722	<i>Lr2b, 2c, 3, 11, 15, 17, 21, 26</i>			5,2	
12726	<i>Lr1, 3, 11, 15, 17, 21, 26, 28</i>				5,6
Ogółem Total		21	47,4	57,1	33,4

Natomiast w analizowanej populacji patogena z form pszenżyta dominowały patotypy: 01120, 41120, 41124, 41320, które charakteryzują się brakiem wirulencji wobec genów *Lr1*, *Lr3*, *Lr17* i *Lr26* (tab. 5). Warto zaznaczyć, że w Europie, w tym w Polsce jednymi z bardziej powszechnych genów odporności w odmianach uprawnych pszenicy były geny *Lr3*, *Lr17*, *Lr26*, oraz ich kombinacje (Winzeler i in., 2000), zatem częstotliwość wirulencji w stosunku do tych genów jest wysoka, z powodu szybkiej adaptacji populacji patogena.

Większość zidentyfikowanych w Polsce patotypów stwierdzono w populacjach patogena w innych krajach europejskich. Według badaczy dominujące w krajach europejskich w populacji *Puccinia triticina* 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).

Tabela 5

Patotypy rdzy brunatnej *Puccinia triticina* z pszenżyta zidentyfikowane w Polsce w latach 2004–2007 (%)

Pathotypes of wheat leaf rust *Puccinia triticina* from triticale identified in Poland in 2004–2007 (%)

Patotyp Pathotype	Wirulencja / gen <i>Lr</i> Virulent / <i>Lr</i> gene	Lata Years			
		2004	2005	2006	2007
00120	<i>Lr11, 21</i>		7,4		
00320	<i>Lr11, 15, 21</i>			5,4	
01120	<i>Lr 2c, 11, 21</i>		16,2	15,7	
01200	<i>Lr2c, 15</i>				8,6
41120	<i>Lr 2b, 2c, 11, 21</i>	8	6,8	24,3	61,2
41122	<i>Lr 2b, 2c, 11, 21, 26</i>				6,7
41124	<i>Lr 2b, 2c, 11, 15, 21, 28</i>	10	5,4	7,3	
41320	<i>Lr 2b, 2c, 11, 15, 21</i>	14		14,4	4,3
43324	<i>Lr 2b, 2c, 3, 11, 15, 21, 28</i>	7			
61120	<i>Lr 2a, 2b, 2c, 11, 15, 17, 21</i>		4,7		
63720	<i>Lr2a, 2b, 2c, 3, 11, 15, 17, 21</i>	6			
63724	<i>Lr2a, 2b, 2c, 3, 11, 15, 17, 28</i>	6			
Ogółem Total		32	28,4	61,7	61,2

PODSUMOWANIE

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

LITERATURA

- Arseniuk E., Woś H., Woźniak-Strzembicka A. 2000. Aspect of triticale diseases research in Poland. *Vortr. Pflanzenzüchtg.* 49: 63 — 72.
- 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.
- Hanzalova A., Bartos P., 2006. Physiologic specialization of wheat leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks.) in the Czech Republic in 2001–2004. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 42 (4): 126 — 131.
- Kolmer J. A., Long D. L., Hughes M. E. 2008. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2006. *Plant Dis.* 92 (9): 1241 — 1246.
- 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.* Vol. 86. No. 9: 981 — 986.
- Liatukas Z. 2003. Virulence of winter wheat leaf rust isolates. *Biologija* 1: 77 — 80.
- 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.
- Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks E.R., Csoz 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.* 38 B: 101 — 105.
- Winzeler M., Mesterhazy A., Park R. F., Bartos P., Csoz 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. 2003 . Wirulencja populacji (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) w Polsce w latach 1998–2001. *Biul. IHAR* 230: 109 — 115.