

Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin  
e-mail: edyta.paczos@up.lublin.pl

SYLWIA RÓG, EDYTA PACZOS-GRZĘDA, ANETA KOROLUK,  
SYLWIA OKOŃ, AGNIESZKA OSTROWSKA, PATRYCJA ERDZIK,  
MARIA CHRZĄSTEK, DANIELA GRUSZECKA,  
KRZYSZTOF KOWALCZYK

**Efektywność genów odporności na rdzę koronową  
u owsa zwyczajnego w stosunku do patotypów  
*Puccinia coronata* występujących w centralnej  
i południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2011**

The efficiency of crown rust resistance genes in common oat against  
*Puccinia coronata* pathotypes in central and south-eastern Poland in 2010–2011

**Streszczenie.** Rdza koronowa, powodowana przez grzyb *Puccinia coronata*, jest jedną z najpowszechniej występujących chorób grzybowych owsa w Polsce. Do tej pory u owsa zidentyfikowano ponad 100 genów odporności na ten patogen, jednak są one szybko przełamywane przez nowe patotypy *Puccinia coronata*. Celem pracy była ocena efektywności genów warunkujących odporność na izolaty *Puccinia coronata* skolekcjonowane w centralnej i południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2011. W badaniach wykorzystano 31 linii referencyjnych owsa z pojedynczymi genami odporności na rdzę koronową. Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem testów żywiciel–patogen w oparciu o 6 izolatów *Puccinia coronata*. Izolaty pochodzące z różnych rejonów uprawy owsa różniły się między sobą wirulencją w stosunku do 21 z 31 linii referencyjnych. Przeprowadzone badania wykazały, że najbardziej efektywne w stadium siewki są geny *Pc14*, *Pc39*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc57*, *Pc60*, *Pc68*, *Pc71* i *Pc91*.

**Słowa kluczowe:** *Avena sativa*, linie referencyjne, *Puccinia coronata*, testy żywiciel–patogen

WSTĘP

Rdza koronowa wywoływana przez grzyb *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* P. Syd. & Syd. jest najpowszechniej występującą i najbardziej szkodliwą chorobą liści owsa [Simons 1980]. Z największym nasileniem występuje na obszarze centralnej i południowo-wschodniej Europy [Sebesta i in. 2003], powodując znaczne straty plonu, które w warunkach sprzyjających rozwojowi patogenu, takich jak wysoka temperatura, wilgotność powietrza oraz nadmierne nawożenie azotowe [Simons 1985], mogą sięgać 20–30%

[Mazaraki 1991], a nawet 50% [Martinelli i in. 1994]. Na szczególnie silne porażenie narażone są odmiany późne oraz wysiewane z opóźnieniem [Simons 1985]. Rdza koronowa obok mączniaka prawdziwego i szeregu fuzarioz stanowi poważny problem dla plantatorów owsa ze względu na wysoki koszt środków ochrony roślin w porównaniu z ceną ziarna.

Najskuteczniejszą i najbardziej pożądaną formą obrony roślin przed patogenami jest ich odporność warunkowana genetycznie [Johnson 1984]. Do identyfikacji genów odporności na choroby grzybowe u roślin zbożowych powszechnie wykorzystuje się testy żywiciel-patogen przeprowadzane najczęściej w stadium siewki. Testy te mogą być wykonane poprzez inokulację zarodnikami grzyba całych roślin lub fragmentów liści, umieszczonych na szalkach Petriego wypełnionych agarem [Kowalczyk i in. 1998, Czembor 2000]. Ocena stopnia porażenia testowanych form przez określony izolat patogenu pozwala zidentyfikować genotypy charakteryzujące się odpornością. Testy żywiciel-patogen stosowano w owsie zwyczajnym do poszukiwania nowych oraz identyfikacji znanych genów odporności na rdzę koronową [Sebesta i Harder 1983, Sánchez-Marín i in. 2012, Paczos-Grzęda i in. 2014].

Dotychczas opisano ponad 100 genów odporności na różne rasy fizjologiczne *Puccinia coronata* f. sp. *avenae*. Geny te zidentyfikowano zarówno wśród odmian *A. sativa*, jak i dzikich gatunków *A. sterilis*, *A. barbata*, *A. maroccana*, *A. murphyi* i *A. strigosa* [Aung i in. 1977, Rines i in. 2007, Carson 2009]. Badania prowadzone w warunkach europejskich potwierdziły efektywność genów *Pc39*, *Pc50*, *Pc59*, *Pc60*, *Pc61* i *Pc68* pochodzących od *A. sterilis* [Sebesta i in. 2003], jednakże w ostatnich latach wykazano wirulencję w stosunku do najefektywniejszych z nich: *Pc39* i *Pc68* [Paczos-Grzęda i in. 2013]. Na obszarze Polski od wielu lat nie prowadzono tego typu badań, dlatego celem pracy była identyfikacja genów warunkujących odporność na izolaty *Puccinia coronata* skolekcjonowane w kraju.

#### MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano 31 linii referencyjnych owsa z pojedynczymi, zdefiniowanymi genami odporności na rdzę koronową oraz odmianę wrażliwą 'Marvelous', stanowiącą kontrolę. Ziarniaki poszczególnych linii otrzymano z Cereal Disease Lab, United States Department of Agriculture w St. Paul w Minnesocie. Różnicujące linie z genami *Pc14*, *Pc36*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc70* i *Pc71* zostały wyprowadzone w Iowa State University, natomiast *Pc35*, *Pc38*, *Pc39*, *Pc40*, *Pc45*, *Pc46*, *Pc48*, *Pc50*, *Pc54*, *Pc55*, *Pc56*, *Pc57*, *Pc62*, *Pc63*, *Pc64*, *Pc67*, *Pc68*, *Pc91*, *Pc94* i *Pc96* w AAFC Cereal Research Centre w Winnipeg w Kanadzie [Carson 2011]. Referencję dla genów *Pc58*, *Pc59*, *Pc60* i *Pc61* stanowiły odpowiednio odmiany: 'TAM-O-301', 'TAM-O-312', 'Coker 227' i 'Coker 234' [Simons i in. 1978].

Do infekowania linii referencyjnych i odmiany kontrolnej wykorzystano 6 stabilnych izolatów wyprowadzonych z pojedynczych zarodników pochodzących z populacji *Puccinia coronata* zgromadzonych w centralnej i południowo-wschodniej Polsce (rys. 1). Patotypy zbierane były w czterech lokalizacjach – w 2010 r. w Polanowicach (woj. małopolskie), Cześławicach i Dąbrowicy (woj. lubelskie) oraz w 2011 r. w Polanowicach (woj. małopolskie),



Rys. 1. Położenie geograficzne miejscowości, w których skolekcjonowano populacje rdzy koronowej owsa

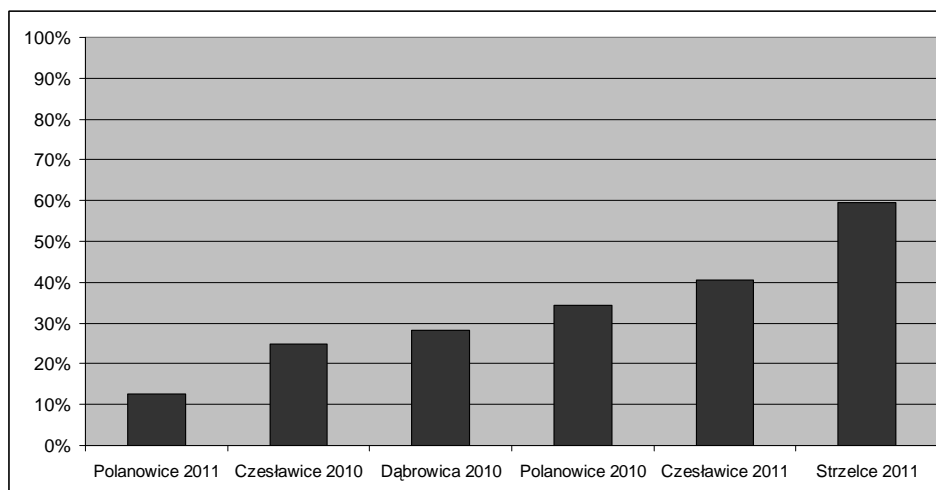
Fig. 1. The geographical locations where oat crown rust populations were collected

Czesławicach (woj. lubelskie) i Strzelcach (woj. łódzkie) – w miejscach hodowli i uprawy owsa z liści flagowych losowo wybranych odmian wrażliwych. W roku 2010 nie zaobserwowano porażenia w Strzelcach, a w 2010 r. w Dąbrowicy, dlatego pobranie materiału w tych lokalizacjach nie było możliwe. Z zebranych populacji poprzez 3-krotne pasażowanie wyodrębniono izolaty wywodzące się z pojedynczego zarodnika. Pasażowanie prowadzono na fragmentach liści (ok. 3 cm) 10-dniowych siewek odmiany 'Marvelous', wyłożonych na szalki Petriego wypełnione do połowy agarą (0,6%), z dodatkiem benzimidazolu (3,4 mM). Szalki inokulowano w wieży inokulacyjnej (ok. 500–700 zarodników rdzy koronowej na 1 cm<sup>2</sup>), a następnie umieszczano na 10 dni w fitotronie, w temperaturze 18°C przy natężeniu światła 4 kLx i wilgotności powietrza 70%. Uzyskane w ten sposób izolaty przechowywano w temp. –70°C do czasu przeprowadzenia testu żywiciel–patogen.

Ziarniaki linii referencyjnych oraz odmiany kontrolnej wysiano na paletach wypełnionych podłożem uniwersalnym i odstawiono do wykiełkowania. Po 10 dniach w celu przeprowadzenia testu żywiciel–patogen na dwie szalki wykładano po dwa fragmenty liści o długości 3 cm z każdej linii referencyjnej oraz odmiany kontrolnej. Test wykonano zgodnie z metodyką przedstawioną powyżej. Po upływie 10 dni od inokulacji przeprowadzono ocenę porażenia liści w skali 0–4. Jako „0” określono brak kolonii ze zmianami nekrotycznymi i chlorotycznymi, „1” – małe kolonie otoczone zmianami nekrotycznymi i chlorotycznymi, „2” – małe i średnie kolonie otoczone zmianami chlorotycznymi, „3” – średnie kolonie ze zmianami chlorotycznymi, „4” – duże kolonie bez zmian nekrotycznych i chlorotycznych [Murphy 1935]. Wyniki oceny uzyskane w czterech powtórzeniach dla każdej linii referencyjnej uśredniono i sprowadzono do wartości całkowitej.

## WYNIKI

W prezentowanej pracy do testowania linii referencyjnych owsa zawierających geny odporności na rdzę koronową wykorzystano 6 izolatów tego patogenu skolekcjonowanych w latach 2010–2011 w 4 lokalizacjach centralnej i południowo-wschodniej Polski: Polanowicach, Czesławicach, Dąbrowicy i Strzelcach w warunkach naturalnej infekcji polowej. Zjadliwość 6 wyprowadzonych izolatów była zróżnicowana. Najbardziej agresywny okazał się izolat pochodzący z populacji zebranej w 2011 r. w Strzelcach k. Kutna (rys. 2). Przełamał odporność 18 spośród 31 testowanych linii referencyjnych. W skali 0–4 dla 11 linii stopień porażenia zawierał się w przedziale 3–4. Wysoką zjadliwością charakteryzował się również izolat skolekcjonowany w Czesławicach w 2011 r. Spośród 12 porażonych linii referencyjnych aż 7 zostało zainfekowanych w 3–4 stopniu skali. Najmniej zjadliwy izolat, pochodzący z 2011 r. z Polanowic, w niewielkim stopniu poraził tylko 3 testowane linie (tab. 1). Jednocześnie izolat zebrany w tej samej miejscowości, ale rok wcześniej, zainfekował aż 10 linii referencyjnych. Izolaty zgromadzone w 2010 r. w miejscowościach Dąbrowica i Czesławice charakteryzowały się podobną zjadliwością, porażając odpowiednio 8 i 7 testowanych linii. Pod względem stopnia porażenia bardziej zjadliwy okazał się izolat wyprowadzony z populacji pochodzącej z Czesławic (tab. 1).



Rys. 2. Procent wirulencji izolatów rdzy koronowej względem testowanych linii *Avena sativa* z różnymi genami odporności

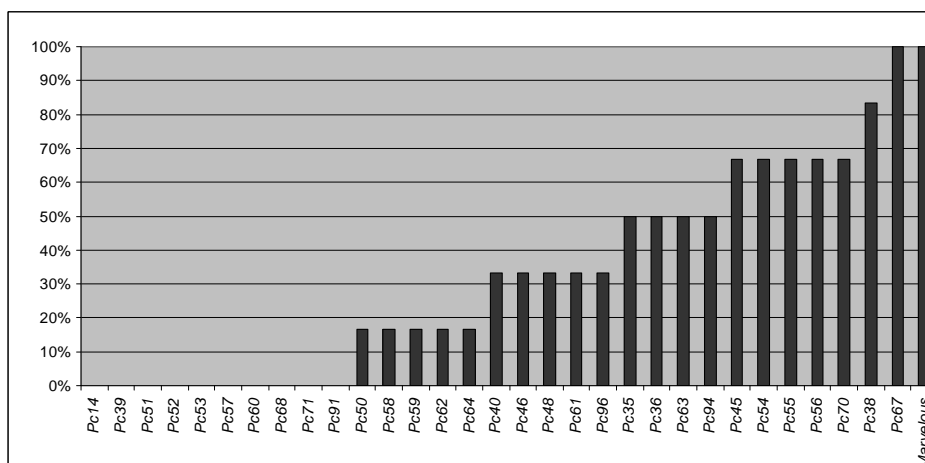
Fig. 2. Percentage of the collected *Puccinia coronata* isolates virulence to the tested *Avena sativa* lines carrying different *Pc* resistance genes

Analizując porażenie linii z genami odporności, zaobserwowano całkowitą nieefektywność w stosunku do wykorzystanych w testach laboratoryjnych izolatów genu *Pc67* (rys. 3). Mało efektywne, bo warunkujące odporność na zaledwie jeden bądź dwa izolaty, były geny *Pc38*, *Pc45*, *Pc54*, *Pc55*, *Pc56* i *Pc70*. Linie zawierające geny *Pc50*, *Pc58*, *Pc59*, *Pc62* i *Pc64* zostały porażone tylko przez jeden z izolatów. Nie zaobserwowano kolonii *Puccinia coronata* u linii z genami odporności *Pc14*, *Pc39*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc57*, *Pc60*, *Pc68*, *Pc71* i *Pc91*.

Tabela 1. Ocena wrażliwości linii referencyjnych z genami odporności *Pc* na izolaty *Puccinia coronata* skolekcjonowane w centralnej i południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2011. W tabeli na czarno wyróżnione zostały linie o 100% odporności na każdy z patotypów  
 Table 1. Susceptibility assessment of lines with *Pc* resistance genes to *Puccinia coronata* in south-eastern Poland in 2010–2011 years. Lines with 100% resistance to each of the pathotypes are highlighted in black

Linia Line	Izolaty Isolate	<i>Pc14</i>	<i>Pc35</i>	<i>Pc36</i>	<i>Pc38</i>	<i>Pc39</i>	<i>Pc40</i>	<i>Pc45</i>	<i>Pc46</i>	<i>Pc48</i>	<i>Pc50</i>	<i>Pc51</i>	<i>Pc52</i>	<i>Pc53</i>	<i>Pc54</i>	<i>Pc55</i>	<i>Pc56</i>	<i>Pc57</i>	<i>Pc58</i>	<i>Pc59</i>	<i>Pc60</i>	<i>Pc61</i>	<i>Pc62</i>	<i>Pc63</i>	<i>Pc64</i>	<i>Pc67</i>	<i>Pc68</i>	<i>Pc70</i>	<i>Pc71</i>	<i>Pc91</i>	<i>Pc94</i>	<i>Pc96</i>	Marvelous
Dąbrowica 2010		0	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	4
Polanowice 2010		0	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	4	0	1	0	0	4	0	4
Polanowice 2011		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	4
Strzelce 2011		0	4	4	4	0	1	4	3	1	1	0	0	0	3	1	3	0	2	1	0	2	0	3	0	4	0	4	0	0	3	0	4
Czesławice 2010		0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	4
Czesławice 2011		0	3	2	3	0	1	4	0	4	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	1	0	0	0	3	4

Testy laboratoryjne: skala 0–4 (0 – odporność, 1–4 – wrażliwość )  
 Laboratory tests: 0–4 scale (0 – resistance, 1–4 – susceptibility)



Rys. 3. Procent porażenia skolekcjonowanymi izolatami rdzy koronowej testowanych linii *Avena sativa* zawierających różne geny odporności

Fig. 3. Percentage of *Avena sativa* lines carrying different *Pc* resistance genes infected with collected oat crown rust isolates

#### DYSKUSJA

Ciągłe pojawianie się nowych form patogenów przełamujących odporność efektywnych dotychczas genów jest poważnym problemem nowoczesnej hodowli roślin, dlatego obiecującą metodą zwiększenia trwałości odporności jest prowadzenie hodowli opartej na kumulowaniu najbardziej skutecznych genów awirulencji. Celem prezentowanej pracy była identyfikacja efektywnych genów odporności na rdzę koronową u owsa zwyczajnego w stosunku do izolatów wyprowadzonych z populacji *Puccinia coronata* występujących w centralnej i południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2011. Wysoce efektywne w warunkach laboratoryjnych okazały się geny *Pc14*, *Pc39*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc57*, *Pc60*, *Pc68*, *Pc71* i *Pc91*.

Analizy podatności na porażenie linii referencyjnych owsa, zawierających poszczególne geny odporności na różne rasy rdzy koronowej prowadzono w rejonach uprawy owsa na całym świecie. Jiráková i Hanzalová [2008], badając zjadliwość ras rdzy skolekcjonowanych na terenie Czech w latach 2000–2006, stwierdziły odporność warunkowaną genami *Pc39*, *Pc50*, *Pc52*, *Pc59*, *Pc62* i *Pc68*. Hammami i in. [2006], używając do testów populacji *Puccinia coronata* zebranych w Tunezji, nie zaobserwowali żadnych śladów infekcji jedynie na liniach *Pc38* i *Pc68*, natomiast Staletic i in. [2009], wykorzystując patotypy charakterystyczne dla rejonów uprawy owsa w Serbii, dowiedli efektywności genów: *Pc39*, *Pc50*, *Pc54-1*, *Pc55*, *Pc59*, *Pc60* i *Pc68*. Różnorodny schemat porażenia, a jednocześnie efektywność odmiennych genów w różnych rejonach geograficznych, jest skutkiem zróżnicowanej zjadliwości izolatów *Puccinia coronata*. Na tę cechę wpływ ma szereg czynników, m.in. warunki atmosferyczne determinujące rozwój patogenu czy presja selekcyjna spowodowana wprowadzeniem do uprawy odmian odpornych [Jiráková i Hanzalová 2008]. W badaniach własnych w przypadku izolatów wyprowadzonych z populacji zebranych w kolejnych latach z tych samych lokalizacji nie zaobserwowano istotnego wzrostu zjadliwości. Jest to spowodowane losowością w wyborze

kolonii mających dać początek izolatom i wskazuje na ograniczenie metodyki nieuwzględniającej całego spektrum zmienności populacji *Puccinia coronata*. W związku z tym na podstawie uzyskanych wyników nie można określić, w jaki sposób sukcesywnie zmienia się zjadliwość populacji w określonej lokalizacji. Alternatywą byłaby ocena patogeniczności wielu izolatów wyprowadzonych z populacji występujących w danym rejonie na przestrzeni co najmniej kilku lat.

W oparciu zarówno o prace własne, jak i innych autorów za najbardziej efektywne, w różnych rejonach geograficznych i zróżnicowanych warunkach klimatycznych, można uznać geny *Pc39* i *Pc68*. W prowadzonych badaniach nie zidentyfikowano izolatów, które przełamywałyby odporność warunkowaną przez te geny. Wyjątkowo silnym i skutecznym źródłem odporności wydaje się być gen *Pc91* [Chong i in. 2011]. Gen ten pochodzi z tetraploidalnego owsa *Avena magna* Murphy and Terrel, a wprowadzony został do odmian uprawnych poprzez krzyżowanie tetraploida z diploidalnym gatunkiem *A. longiglumis* Durr. [Rooney i in. 1994]. Żaden z cytowanych wcześniej autorów nie testował linii z tym genem w warunkach europejskich, pomimo że wirulencja w stosunku do niego kształtuje się na bardzo niskim poziomie. Potwierdzają to badania prowadzone zarówno w USA [Carson 2011], Kanadzie [Chong i in. 2011], jak i Australii [Park 2013], gdzie po ponad 20 latach monitorowania porażenia dopiero w roku 2013 stwierdzono obecność pojedynczego izolatu przełamującego odporność warunkowaną przez *Pc91*.

#### WNIOSKI

Izolaty wyprowadzone z populacji *Puccinia coronata* zebrane w centralnej i południowo-wschodniej Polsce w latach 2010–2011 wykazały zróżnicowaną zjadliwość w stosunku do testowanych linii *Avena sativa* z genami odporności na rdzę koronową. Patotypy wysoce zjadliwe mogą być z powodzeniem stosowane do testowania nowych materiałów pod kątem odporności na tę chorobę.

Najbardziej efektywne w odniesieniu do testowanych izolatów w stadium siewki okazały się geny *Pc14*, *Pc39*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc57*, *Pc60*, *Pc68*, *Pc71* i *Pc91*. Geny te warto łączyć i wprowadzać do polskich odmian owsa.

#### PIŚMIENNICTWO

- Aung T., Thomas H., Jones I.T., 1977. The transfer of the gene for mildew resistance from *Avena barbata* (4x) into the cultivated oat *A. sativa* by an induced translocation. *Euphytica* 26, 623–632.
- Carson M.L., 2009. Crown Rust Development and Selection for Virulence in *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in an Oat Multiline Cultivar. *Plant Dis.* 93, 347–353.
- Carson M.L., 2011. Virulence in oat crown rust (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) in the United States from 2006 through 2009. *Plant Dis.* 95, 1528–1534.
- Chong J., Gruenke J., Dueck R., Mayert W., Fetch J.M., McCartney C., 2011. Virulence of *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in the eastern prairie region of Canada during 2007–2009. *Can. J. Plant. Pathol.* 33, 77–87
- Czembor J.H., 2000. Resistance to powdery mildew in population of barley landraces from Morocco. *Genet. Res. Crop Evol.* 47, 439–449.

- Hammami I., Allagui M.B., Chakroun M., El-Gazze M., 2006. *Rhymnus lycioides* in Tunisia is a new aecial host of oat crown rust. *Eur. J. Plant Pathol.* 115, 357–361.
- Jiráková H., Hanzalová A., 2008. Crown Rust Pathotypes Determined on Oats in the Czech Republic from 2004 to 2006 and Reaction to Oat Cultivars. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 44, 60–65.
- Johnson R., 1984. A critical analysis of durable resistance. *Ann. Rev. Phytopathol.* 22, 309–330.
- 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.
- Martinelli J.A., Federizzi L.C., Bennedetti A.C., 1994. Yield reductions of oat grains due leaf rust severity. *Summa Phytopathol.* 20, 116–118.
- Mazaraki M., 1991. Odporność różnych genotypów owsa na powszechnie występujące rasy rdzy koronowej w Polsce. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.* 35(5/6), 3–26.
- Murphy H.C., 1935. Physiologic specialisation in *Puccinia coronata*. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.* 433, 1–48.
- Paczos-Grzęda E., Leśniowska-Nowak J., Koroluk A., Okoń S., Kowalczyk K., 2013. Identyfikacja efektywnych genów odporności owsa zwyczajnego na rdzę koronową. W: IV Kongres Genetyki, Poznań 10–13 września 2013 r., Poznań, IGR PAN, 63.
- Paczos-Grzęda E., Okoń S., Koroluk A., Kowalczyk K., 2014. Ocena odporności na rdzę koronową nowych i historycznych polskich odmian owsa zwyczajnego. *Folia Pomeranae Univ. Technol. Stetin., Agric. Aliment. Piscaria Zootech.* 310(30), 85–92.
- Park R., 2013. New oat crown rust pathotype with virulence for *Pc91*. *Cereal Rust Report* 11(1).
- Rines H.W., Porter H.L., Carson M.L., Ochocki G.E., 2007. Introgression of crown rust resistance from diploid oat *Avena strigosa* into hexaploid cultivated oat *A. sativa* by two methods: direct crosses and through an initial 2x-4x synthetic hexaploid. *Euphytica* 158, 67–79.
- Rooney W.L., Rines H.W., Phillips E.R., 1994. Identification of RFLP markers linked to crown rust resistance genes *Pc91* and *Pc92* in oat. *Crop Sci.* 34, 940–944.
- Sánchez-Martín J., Rubiales D., Sillero J.C., Prats E., 2012. Identification and characterization of sources of resistance in *Avena sativa*, *A. byzantina* and *A. strigosa* germplasm against a pathotype of *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* with virulence against the *Pc94* resistance gene. *Plant Pathol.* 61, 315–322.
- Sebesta J., Harder D.E., 1983. Occurrence and distribution of virulence in *Puccinia coronata* var. *avenae* in Europe, 1977–1980. *Plant Dis.* 67, 56–59.
- Sebesta J., Zwatz B., Roderick H.W., Corazza L., Manisterski J., Stojanovic S., 2003. Incidence of crown rust and virulence of *Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae* Eriks. and the effectiveness of *Pc* genes for resistance in Europe, Middle East and North Africa. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 36, 179–194.
- Simons M.D., 1980. Effect of *Puccinia coronata* on straw yield and harvest index of oats. *Phytopathology* 70, 604–607.
- Simons M.D., 1985. Crown rust. [W:] A.P. Roelfs, W.R. Bushnell (red.), *The Cereal Rust Vol. II. Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control.* Academic Press, Orlando, 131–172.
- Simons, M.D., Martens, J.W., McKenzie, R.I.H., Nishiyama, L., Sadanaga, K., Sebesta, J., Thomas H., 1978. Oats: a Standardized System of Nomenclature for Genes and Chromosomes and Catalog of Genes Governing Characters. *U.S. Dep. Agric. Publ. No. 509.*
- Staletić M., Milovanović M., Djekiš V., Marković A., 2009. The efficiency of *Pc* resistance genes derived from *Avena sterilis* against *Puccinia coronata avenae*. *Genetics, Plant Breeding and Seed Production.* 44<sup>th</sup> Croatian and 4<sup>th</sup> International Symposium on Agriculture, 390–394.



**Summary.** Crown rust, which is caused by *Puccinia coronata* fungus, is one of the most common fungal diseases occurring in oat in the Polish climatic conditions. More than 100 genes determining resistance to this pathogen have been identified in oat so far, but they are broken down by new *Puccinia coronata* populations in a short time. The aim of the work was to assess the effectiveness of genes which are responsible for resistance to *Puccinia coronata* isolates, collected in central and south-eastern Poland in 2010–2011. In the studies, 31 reference lines with single resistance genes to crown rust were used. The analyses were performed using host-pathogen tests, based on 6 *Puccinia coronata* isolates. The crown rust isolates from diverse oat-growing regions were clearly distinguished, differing in the frequency of virulence for 21 of the 31 reference lines. The most effective genes in the seedling stage were *Pc14*, *Pc39*, *Pc51*, *Pc52*, *Pc53*, *Pc57*, *Pc60*, *Pc68*, *Pc71* and *Pc91*.

**Key words:** *Avena sativa*, host-pathogen tests, *Puccinia coronata*, reference lines