

Analiza zmienności porażenia odmian żyta ozimego przez grzyb *Puccinia recondita* na Dolnym Śląsku

¹Ryszard Weber, ²Henryk Bujak, ²Kamila Nowosad, ³Edward Gacek, ⁴Ludwik Kotowicz

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy Zakład Herbologii i Technik Uprawy Roli, ul. Orzechowa 61, 50-540 Wrocław, Polska

²Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, Polska

³Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, 63-022 Słupia Wielka, Polska

⁴Zakład Doświadczalny Oceny Odmian COBORU, Tomaszów Bolesławiecki 145C, 59-722 Tomaszów Bolesławiecki, Polska

Abstrakt. W latach 2011, 2013 i 2014 analizowano zmienność porażenia odmian żyta ozimego grzybem *Puccinia recondita*. Opracowano wyniki z doświadczeń Porejestrowanego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) w czterech miejscowościach: Krościna, Tarnów, Kondratowice i Naroczyce. Stopień porażenia odmian oceniano w skali dziewięciopunktowej na trzech górnych liściach roślin (9 – rośliny zdrowe; 1 – liście w 100% porażone). Badano następujące odmiany: Brasetto, Palazzo, Dańkowskie Diament, Gonello i Dańkowskie Amber. Stwierdzono istotne zróżnicowanie nasilenia rdzy brunatnej w poszczególnych latach i miejscowościach. W miejscowości Naroczyce niezależnie od roku badań odmiany żyta charakteryzowały się zwiększonym nasileniem rdzy brunatnej w porównaniu do pozostałych miejscowości. Analiza wariancji wykazała istotną interakcję odmian z latami badań i brak interakcji odmian z miejscowościami. Odmiana Dańkowskie Amber odznaczała się zwiększoną odpornością na populację grzyba *Puccinia recondita* w porównaniu do pozostałych odmian.

słowa kluczowe: żyto ozime, odmiany, rdza brunatna, analiza zmienności

WSTĘP

Żyto w 75% jest uprawiane na obszarze Europy. Znaczącymi producentami tego gatunku są Niemcy, Rosja, Białoruś i Ukraina. Spośród zbóż odznacza się najwyższą odpornością na suszę, zasolenie i niskie pH gleb. Powierzchnia uprawy żyta w Polsce jest nadal znacząca i waha się w granicach 1 mln ha. Nowo zarejestrowane odmiany wnoszą istotny wkład w podwyższenie odporności na pleśń śniegową i septoriozę liści. Jednak najczęściej

występującą chorobą w uprawie tego gatunku jest rdza brunatna. Odporność odmian żyta ozimego na populację grzyba *Puccinia recondita* jest bardzo zróżnicowana. Jednak między odmianami populacyjnymi i mieszańcowymi nie stwierdzano znacznych różnic w stopniu porażenia (Miedaner i in., 2002). Rdza brunatna jest szczególnie niebezpieczna dla odmian o skróconym źdźble, u których udział liści w ogólnym bilansie asymilacji jest większy niż u odmian wysokich. Nasilenie porażenia roślin przez *P. recondita* uzależnione jest w dużej mierze od warunków atmosferycznych, jak również od systemu uprawy. Natomiast w małym stopniu analizowana jest zmienność populacji tego gatunku grzyba w ujęciu przestrzennym. Celem badań jest analiza zmienności porażenia wybranych odmian żyta ozimego na Dolnym Śląsku przez grzyb *Puccinia recondita*.

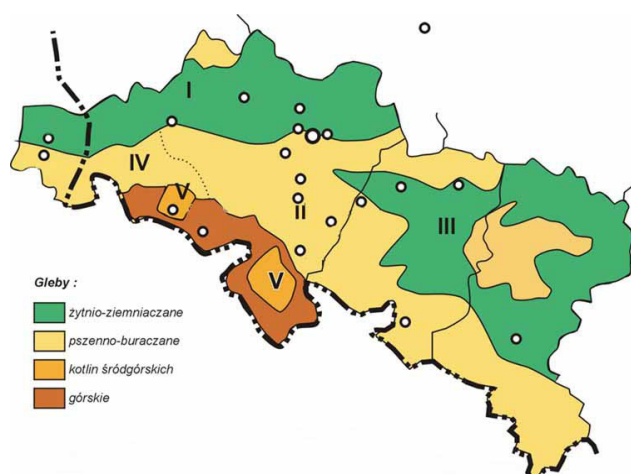
MATERIAŁY I METODY

Oceny zmienności porażenia pięciu odmian żyta ozimego przez grzyb *Puccinia recondita* dokonano na podstawie wyników doświadczeń przeprowadzonych w ramach Porejestrowanego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) w stacjach doświadczalnych w województwie dolnośląskim. Wybrane 4 miejscowości charakteryzowały się zróżnicowanymi warunkami środowiskowymi (rys. 1, tab. 1 i 2). Doświadczenia przeprowadzono w latach 2011, 2013, 2014. Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m². Nawożenie makroelementami oraz zabiegi agrotechniczne w danej miejscowości wykonywano w jednakowym zakresie na wszystkich poletkach analizowanych doświadczeń. Nasilenie rdzy brunatnej analizowano w fazie dojrzałości mleczej (70–79 wg Zadoksa). Wytypowane odmiany badano w dwu powtórzeniach w wariancie o obniżonych nakładach bez stosowania fungicydów. Ocena porażenia przeprowadzono dla każdej odmiany, w skali 9-stopniowej COBORU na trzech górnych liściach badanych odmian (1° – porażona w 100% powierzchnia liści; 9° – rośliny zdrowe bez objawów pora-

Autor do kontaktu:

Ryszard Weber
e-mail: rweber@iung.pulawy.pl
tel. +48 71 3638707 w. 113

Praca wpłynęła do redakcji 15 grudnia 2015 r.



Rys. 1. Położenie stacji doświadczalnych w rejonie Dolnego Śląska

Fig. 1. Location experiences in the Lower Silesia region.

Tabela 1. Warunki środowiskowe i uprawowe w stacjach doświadczalnych w latach 2011–2014
Table 1. Environmental and tillage conditions in experimental locations 2011–2014.

Wyszczególnienie Specification	Krościna	Tarnów	Kondratowice	Naroczyce
Kompleks gleb Soils complex	5	2	1	4
Klasa bonitacyjna gleby Soil bonitation class	IVb	IIIa	II	IVa
Zasobność gleby w P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ content in soil	64,9	4,6	średnia medium	wysoka high
Zasobność gleby w K ₂ O K ₂ O content in soil	18,4	17,3	średnia medium	średnia medium
Zasobność gleby w Mg Mg content in soil	5,8	7,6	średnia medium	wysoka high
pH gleby; pH of soil	6,7	6,4	7,1	6,0
Nawożenie N na poziomie A1 Nitrogen rates A1 [kg·ha ⁻¹]	64	40	44	80
Nawożenie P ₂ O ₅ Phosphoric rates [kg·ha ⁻¹]	80	67	40	60
Nawożenie K ₂ O Potassium rates [kg·ha ⁻¹]	120	101	60	90
Zaprawa nasienna Seed dressing	Orius Extra 02 WS	Funaben Plus 02 WS	Astep 225 FS + Scenie 080 FS	Oxafun T 75 DS
Herbicyd Herbicide	Huzar Activ 387 OD 0,75 l	Helm Tribi 75 WG 20 g	Legato Plus 600 SC 1 l Pendigan 330 EC – 1 l	Legato Plus 600 SC 1,5 l

Tabela 2. Warunki atmosferyczne w poszczególnych miejscowościach
Table 2. The atmospheric conditions in different localities.

Wyszczególnienie Specification	Miejscowości; Locations			
	Krościna	Tarnów	Kondratowice	Naroczyce
Suma opadów [mm] Sum of precipitation [mm]				
2010/2011	521	620	549	559
2012/2013	496	587	509	663
2013/2014	606	637	497	740
Średnia temperatura [°C] Mean temperature [°C]				
2010/2011	8,7	8,6	9,4	8,4
2012/2013	9,5	9,2	10,2	9,2
2013/2014	8,8	8,3	9,3	8,2

żenia grzybem *Puccinia recondita*). Analizowane odmiany odznaczały się porównywalną wrażliwością na rdzę brunatną w zakresie 6,1° – 6,9° stopni (COBORU, 2015).

W celu oceny zmienności występowania rdzy brunatnej na analizowanych odmianach żyta w poszczególnych miejscowościach wykorzystano analizę statystyczną zaproponowaną przez Calińskiego, Czajkę i Kaczmarka (1987). Obliczenia programem statystycznym Sergen 4 przeprowadzono biorąc za podstawę średnie porażenie uzyskane z każdego poletka z dwu powtórzeń w 4 miejscowościach przez

okres 3 lat. W analizie statystycznej przyjęto następujący model: $Y_{ijk*} = \mu_i + \alpha_i^E(j, k) + e_{ijk*}$ gdzie: μ_i oznacza przeciętne porażenie odmiany „i” poprzez wszystkie miejscowości i lata, natomiast $\alpha_i^E(j, k)$ oznacza reakcję odmiany „i” na warunki środowiskowe stacji doświadczalnej „j” oraz roku „k”. W analizie statystycznej przyjęto że μ_i jest efektem stałym modelu, a składniki $\alpha_i^E(j, k)$ oraz e_{ijk*} są zmiennymi losowymi.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wstępna analiza wariancji dla każdego środowiska (miejscowości) wykazała istotnie zróżnicowaną zmienność porażenia badanych odmian żyta (tab. 3). Wykazano znacznie zróżnicowanie populacji grzyba *Puccinia recondita* na obszarze Dolnego Śląska. W miejscowościach Krościna i Tarnów rasy chorobotwórcze rdzy brunatnej odznaczały się mniejszą agresywnością w stosunku do badanych genotypów żyta niż w stacjach doświadczalnych Naroczyce i Kondratowice. Analiza wariancji dla danych z serii doświadczeń PDO (tab. 4) umożliwiła ocenę zróżnicowania porażenia w poszczególnych latach badań i środowiskach poprzez weryfikację następujących hipotez:

- o równości wszystkich efektów głównych dla lat,
- o równości wszystkich efektów głównych dla odmian,
- o równości wszystkich efektów głównych dla miejscowości,
- o braku interakcji odmian z miejscowościami,
- o braku interakcji odmian z latami – (środowiska),
- o braku interakcji odmiany x miejscowości x lata.

Na podstawie analizy wariancji stwierdzono istotne efekty główne dla lat, miejscowości i odmian na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ lub $\alpha = 0,05$. Wykazano również istotne współdziałanie lat z miejscowościami oraz istotną potrójną interakcję wielkości porażenia badanych odmian z miejscowościami w poszczególnych latach badań. Świadczy to o znacznym wpływie warunków atmosferycznych na zmienność występowania rdzy brunatnej w poszczególnych miejscowościach w latach 2011–2014. Różniące się warunki agrotechniczne i glebowo-klimatyczne w latach

badania, jak również zmienna ilość sumarycznych opadów w każdej miejscowości w okresie wegetacji roślin spowodowały, że nasilenie porażenia odmian było inne w każdym roku badań. Zróżnicowanej reakcji odmian na zmiany warunków środowiska nie można wyjaśnić poprzez regresję liniową porażenia poszczególnych odmian względem efektów środowiskowych – interakcja lata x miejscowości (tab. 3). Istotne odchylenia od regresji wskazują, że interakcja odmian z badanymi miejscowościami nie może być opisana prostą zależnością regresyjną. Tabela 5 przedstawia średnie odchylenia stopnia porażenia poszczególnych odmian od średniej ogólnej oraz wielkości ich interakcji ze środowiskiem. Odmiana Dańkowskie Amber odznaczała się dodatnim efektem głównym. Odmiana ta w analizowanych środowiskach wykazywała istotnie wyższą odporność na populację grzyba *Puccinia recondita* w porównaniu do średniej ogólnej wszystkich badanych obiektów. Natomiast odmiana Palazzo charakteryzowała się zwiększoną wrażliwością na rdzę brunatną. Pozostałe genotypy nie wykazywały istotnych odchyleń od średniej generalnej odporności badanych odmian żyta. Spośród badanych odmian Dańkowskie Diament odznaczała się wyższą stabilnością pod względem zróżnicowania porażenia grzybem *Puccinia recondita*. Natomiast wysokie wartości statystyki F dla interakcji odmian Gonello i Dańkowskie Amber z badanymi środowiskami wskazują, że odmiany te odznaczały się znaczną zmiennością porażenia w badanych miejscowościach.

W celu graficznego przedstawienia zmienności porażenia odmian żyta ozimego w stacjach doświadczalnych wykorzystano analizę składowych głównych. Rysunek 2 przedstawia rozmieszczenie miejscowości w poszczególnych latach badań na płaszczyźnie w układzie dwóch pierwszych składowych głównych. Miejscowość o wysokim udziale w interakcji G x E odznacza się dużą odległością od początku układu współrzędnych. Nasilenie porażenia odmian w tej stacji doświadczalnej różni się znacznie od średniego porażenia uzyskanego w analizowanych latach badań na Dolnym Śląsku. Analizując rysunek 2 można zauważyć, że najbardziej oddalone od początku

Tabela 3. Porażenie odmian żyta ozimego przez rdzę brunatną w czterech miejscowościach w latach 2011, 2013, 2014
Table 3. Rye cultivars infection by brown rust in four locations in the years 2011, 2013, 2014.

Numer odmiany No. of cultivar	Odmiany cultivars	Miejscowości; Locations				Średnia Mean
		Krościna	Tarnów	Kondratowice	Naroczyce	
1.	Brasetto	6,33	7,5	5	3,17	5,50
2.	Palazzo	5,83	7,33	3,83	3,33	5,08
3.	Dańkowskie Diament	6,83	7,5	5,67	3	5,75
4.	Gonello	6,33	6,83	4,33	2,67	5,04
5.	Dańkowskie Amber	7,17	7,33	6,17	3,83	6,13
Średnia; Mean		6,50	7,30	5,00	3,20	5,50

NIR dla: LSD for: odmian; cultivars = 1, 042; miejscowości; locations = 2,171
odmiany x miejscowości; cultivar x location = 3,247

układu są środowiska 2011NAR, 2013NAR i 2014NAR oraz 2011KON i 2013KON, oznaczające miejscowości Naroczyce i Kondratowice. Miejscowości te wykazują średnie porażenie odmian znacznie odbiegające od średnich wartości porażenia grzybem *Puccinia recondita* na Dolnym Śląsku.

Odmiany w układzie składowych głównych przedstawiono na rysunku 3. Wielkość (udział) interakcji poszczególnych odmian ze środowiskami przedstawia odcinek (wektor) wartości statystyki F wyprowadzony od każdego punktu do początku układu. Analiza punktów obrazujących zmienność plonowania badanych odmian potwierdziła wyniki z tabeli 5.

Duże odległości pomiędzy punktami reprezentującymi porażenie poszczególnych odmian przez grzyb *Puccinia recondita* wskazują na znaczne zróżnicowanie odmian pod względem odporności na rdzę brunatną (rys. 3). Duże różnice w nasileniu rdzy brunatnej na odmianach w wymienionych doświadczeniach mogą być spowodowane zmiennością genetyczną populacji grzyba *Puccinia recondita* na Dolnym Śląsku. Badania na obszarze Niemiec wykazały znaczne zróżnicowanie genetyczne *Puccinia recondita*. W obrębie populacji rdzy brunatnej wykryto kilkaset patotypów różniących się wirulencją w zależności od roku i miejsca badań (Miedaner i in., 2012). Analiza genetyczna odporności żyta na rdzę brunatną doprowadziła do identyfikacji genów dominujących Pr1, Pr2, Pr3, Pr4 i Pr5 (Wehling i in., 2003; Roux i in., 2004). Geny te umiejscowione są na chromosomach 6RL i 7RL, jak również 1RS i 1RL. Również nierównomierne opady oraz przejściowe okresy suszy mogły przyczynić się do zróżnicowania porażenia badanych odmian. W warunkach klimatycznych Polski rdza brunatna w porównaniu do rdzy żółtej lub żółtej jest chorobą corocznie występującą na plantacjach żyta (Jańczak, Pawlak, 2004). Porażenie aparatu asymilacyjnego przez rdzę brunatną żyta uprawianego w systemie konwencjonalnym lub ekologicznym kształtuje się na zbliżonym poziomie od 16,3% do 17,7% (Kurowski i in., 2012). Jednak znaczne zróżnicowanie porażenia pszenicy porównywalnym gatunkiem rdzy (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) na obszarze Dolnego Śląska potwierdza duży wpływ środowiska Polski południowo-zachodniej na zmienność nasilenia rdzy brunatnej (Weber i in., 2016).

WNIOSKI

1. Badania wykazały duże zróżnicowanie odporności odmian żyta na rdzę brunatną na Dolnym Śląsku. Świadczy o tym znaczna zmienność porażenia analizowanych odmian w badanych miejscowościach.

2. Wysokie wartości statystyki F dla interakcji genotypowo-środowiskowej potwierdzają duży wpływ warunków środowiskowych na porażenie odmian żyta populacją grzyba *Puccinia recondita*.

3. Na obszarze Dolnego Śląska podwyższoną odporność na rdzę brunatną wykazywała odmiana Dańkowskie Amber natomiast Palazzo odznaczała się zwiększoną wrażliwością.

LITERATURA

- Calinski T., Czajka S., Kaczmarek Z., 1987.** A model for the analysis of a serie sof experiments repeated at several places over a period of years. I Theory. Biuletyn Oceny Odmian – Cultivar Testing Bulletin, 12: 7-34.
- Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. 2015. Lista opisowa odmian roślin rolniczych – zbożowe. Słupia Wielka, ss. 7-187.
- Jańczak C., Pawlak A., 2004.** Podatność żyta mieszańcowego Esprit na choroby grzybowe i efektywność ich zwalczania fungicydami w latach 2000-2002. Biuletyn IHAR, 231: 287 -295.
- Kurowski T.P., Damszel M., Wysocka U., Sadowski T., Rychcik B., 2012.** Zdrowotność żyta ozimego uprawianego w systemie konwencjonalnym i ekologicznym. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 52(4): 1188-1192.
- Miedaner T., Gey A., Sperling U., Geiger H.H., 2002.** Quantitative-genetic analysis of leaf-rust resistance in seedling and adult-plant stages of inbred lines and their testcrosses in winter rye. Plant Breeding, 121(6): 475-479.
- Weber R. Bujak H., Nowosad K., 2016.** Analiza zmienności porażenia odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku przez grzyb *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin. Published online: 02.03.2016.
- Miedaner T., Klocke B., Flach K., Geiger H.H., 2012.** Diversity, spatial variation, and temporal dynamics of virulences in the German leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis*) population in winter rye. European Journal of Plant Pathology, 132(1): 23-35.
- Roux S.R., Hackauf B., Linz A., Ruge B., Klocke B., Wehling P., 2004.** Leaf-rust resistance in rye (*Secale cereale* L.). 2. Genetic analysis and mapping of resistance genes Pr3, Pr4, and Pr5. Theoretical and Applied Genetics, 110(1): 192-201.
- Wehling P., Linz A., Hackauf B., Roux S.R., Ruge B., Klocke B., 2003.** Leaf-rust resistance in rye (*Secale cereale* L.). Genetic analysis and mapping of resistance genes Pr1 and Pr2. Theoretical and Applied Genetics, 107(3): 432-438.

R. Weber, H. Bujak, K. Nowosad, E. Gacek, L. Kotowicz

ANALYSIS OF THE VARIABILITY OF INFECTION OF WINTER RYE CULTIVARS BY THE FUNGUS *Puccinia recondita* IN LOWER SILESIA

Summary

Variation in infestation rate of winter rye cultivars by the fungus *Puccinia recondita* was analysed in the years 2011, 2012 and 2013. Post-Registration Variety Testing data were used for the analysis. The plants were scored for infestation rate on a 9-point scale (9 – healthy plants; 1 – 100% of leaf surface affected by disease). The following cultivars – Brassetto, Palazzo, Dańkowskie Diament, Gonello and Dańkowskie Amber were included in the

analysis. The infestation rate varied significantly from year to year and from site to site. Over the 3 years, at Naroczyce, the winter rye cultivars showed consistently a higher infestation by brown rust compared to that at the remaining sites. The analysis of variance showed a significant interaction of cultivars by study

years and no interaction of cultivars by locations. Cv. Dańkowskie Złote stood out among the other cultivars for its increased ability to resist the population of *Puccinia recondita*.

Key words: brown rust, varieties, winter rye, variability analysis