

Variability of infection of winter wheat cultivars by the fungus *Puccinia triticina* in Lower Silesia

Zmienność porażenia odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku przez grzyb *Puccinia triticina*

Ryszard Weber¹, Dariusz Zalewski², Henryk Bujak², Ludwik Kotowicz³

Summary

Post-registration Variety Testing System experiments were carried out at three locations in the region of Lower Silesia to determine the level of infection of wheat cultivars by the fungus *Puccinia triticina*. The results of three-year studies (2007–2009) were analyzed. The calculations were done on the basis of estimation of three uppermost leaves infected by leaf rust using a nine-degree scale. The estimation of the level of infection of wheat cultivars by *P. triticina* was performed at the phase of milky ripeness (73–77 after BBCH). The significant interaction between the tested genotype and environment found in the experiment indicated varied intensity of wheat cultivar infection by *P. triticina* in all localities and particular years. The cultivars of: Rapsodia, Boomer, Legenda i Tonacja showed significantly higher resistance to the leaf rust as compared with to the varieties.

Key words: winter wheat, cultivar, *Puccinia triticina*, variability

Streszczenie

Na podstawie doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) badano stopień porażenia odmian pszenicy przez grzyb *Puccinia triticina* w 5 miejscowościach na obszarze Dolnego Śląska. Analizowano 3-letni okres uprawy 18 odmian pszenicy w latach 2007–2009. Obliczenia przeprowadzono biorąc za podstawę ocenę porażenia trzech górnych liści w skali 9-stopniowej „w 5 miejscowościach, przez okres 3 lat. Ocenę porażenia odmian pszenicy przez grzyb *P. triticina* wykonano w fazie dojrzałości młecznej (BBCH 73–77). Istotna interakcja genotypowo-środowiskowa wskazuje na zróżnicowany stopień nasilenia *P. triticina* w badanych miejscowościach, w poszczególnych latach badań. Odmiany: Rapsodia, Boomer, Legenda i Tonacja odznaczały się istotnie wyższą odpornością na rdzę brunatną w porównaniu do pozostałych odmian.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odmiany, *Puccinia triticina*, zmienność

¹Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Herbolgii i Technik Uprawy Roli
Orzechowa 61, 50-540 Wrocław
rweber@iung.pulawy.pl

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

³Stacja Doświadczalna Oceny Odmian
Tomaszów Bolesławiecki 145C, 59-722 Tomaszów Bolesławiecki

Wstęp / Introduction

Uprawa zbóż w Polsce zajmuje około 75% ogólnej powierzchni zasiewów. Wzrastający udział zbóż w strukturze zasiewów powoduje coraz większe zagrożenie chorobami grzybowymi, które w istotny sposób ograniczają wielkość i jakość plonów. Spośród najczęściej występujących grzybów zasiedlających pszenicę, rdza brunatna wywołwana przez grzyb *Puccinia triticina* Ericsson, (syn. *P. recondita* Roberge f. sp. *tritici* Ericsson), jest jedną z najgroźniejszych chorób. Patogen ten w wielu krajach stanowi poważne zagrożenie plonu (Räder i wsp. 2007; Kolmer 2010). Straty wywołane przez tę chorobę mogą wynosić, przy silnym porażeniu, nawet 40–50%. W warunkach Polski szacuje się je na około 5–8%. Objawy rdzy brunatnej na pszenicy występują głównie na blaszkach liściowych. Zakażenie roślin następuje zarówno w świetle, jak i w ciemności, przy czym najłatwiej proces ten zachodzi w temperaturze 15–18°C i przy 100% wilgotności względnej powietrza. Znaczne zróżnicowanie warunków atmosferycznych w okresie ostatnich lat na obszarze Polski, wpłynęło na znaczną zmienność nasilenia rdzy brunatnej w zasiewach pszenicy (Jaczeńska-Kalicka 2006). W przyszłości dużą rolę mogą odegrać wszelkiego rodzaju modele prognozowania epidemicznego występowania chorób grzybowych (Räder i wsp. 2007). Stosowane fungicydy są wysoce skuteczne w ograniczaniu rdzy brunatnej w zasiewach zbóż. Jednak znaczna zmienność genetyczna tego gatunku wskazuje na możliwość naturalnej selekcji ras chorobotwórczych *P. triticina* uodpornionych na stosowane środki chemiczne. Hodowla odpornościowa odmian na najważniejsze patogeny może przyczynić się w istotny sposób do podniesienia plonów i obniżenia kosztów uprawy pszenicy (Chełkowski i wsp. 2005). Zróżnicowane warunki środowiskowe w województwie Dolnego Śląska przyczyniają się do zmiennej reakcji odmian na populację rdzy brunatnej.

Celem pracy była analiza zmienności nasilenia grzyba *P. triticina* na liściach wybranych odmian pszenicy ozimej na obszarze Dolnego Śląska.

Materiały i metody / Materials and methods

W badaniach obejmujących zmienność nasilenia rdzy brunatnej wykorzystano wyniki uzyskane z doświadczeń Porejestrówego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku w wariancie standardowym. Spośród doświadczeń PDO wytypowano 5 miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowo-klima-

tycznymi (tab. 1). Analizowano 3-letni okres uprawy odmian pszenicy w latach 2007–2009. W poziomie standardowym PDO nie stosowano ochrony chemicznej przed chorobami grzybowymi. Ocenę nasilenia rdzy brunatnej analizowano w fazie dojrzałości mleczej (BBCH 73–77). Stopień porażenia oceniano na 4 małych obszarach wybranych losowo na każdym poletku na podstawie zaleceń Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (2011). Obliczenia przeprowadzono biorąc za podstawę ocenę porażenia trzech górnych liści w skali 9-stopniowej (gdzie 1 – oznacza maksymalne porażenie, 9 – brak objawów) w 5 miejscowościach przez okres 3 lat. Analizę statystyczną wykonano programem Sergen 4. Obliczenia programem statystycznym Sergen4 przeprowadzono biorąc za podstawę średni plon uzyskany z każdego poletka z dwu powtórzeń w 7 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 potencjalnej 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. Wyżej opisany model statystyczny zastosowano, ponieważ hodowcy zainteresowani są wnioskowaniem o porażeniu danego genotypu w określonym rejonie uprawnym, a nie w poszczególnych miejscowościach traktując warunki panujące w różnych miejscowościach jako losowo zmieniające się w obrębie rejonu.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wyniki badań w poszczególnych miejscowościach wykazały znaczne zróżnicowanie porażenia odmian pszenicy ozimej przez grzyb *P. triticina* (tab. 2). Analiza wariancji dla syntezy wielolecia (tab. 3) umożliwiła ocenę zmienności lat, punktów doświadczalnych (miejscowości) i odmian oraz weryfikację następujących hipotez: braku interakcji odmian z miejscowościami, braku współdziałania odmian z latami, braku interakcji odmian ze środowiskami. Średnie nasilenie objawów chorobowych u badanych odmian w analizowanych latach i miejscowościach odznaczało się istotną zmiennością. Wysoka wartość średniego kwadratu dla lat lub miejscowości wskazuje na zróżnicowany stopień nasilenia populacji grzybów *P. triticina* zarówno w badanych punktach

Tabela 1. Warunki atmosferyczne w poszczególnych miejscowościach
Table 1. The atmospheric conditions in different localities

Miejscowości – Localities	Krościna	Naroczyce	Tarnów	Tomaszów	Zybisów
Suma opadów [mm] Sum of precipitation [mm]	527	530	634	598	610
Średnia temperatura [°C] Mean temperature [°C]	9,2	9,0	8,0	8,1	8,4

Tabela 2. Wartości średnie porażenia liści odmian pszenicy ozimej przez grzyb *P. triticina* w latach 2007–2009 – stopień porażenia
 Table 2. Mean values of winter wheat leaf infection by the species *P. triticina* in 2007–2009 – degree of infection

Odmiany Cultivars	Miejscowości – Localization					Średnia Mean
	Krościna	Naroczyce	Tarnów	Tomaszów	Zybiszów	
Tonacja	5,90	9,24	6,67	6,33	6,00	6,83
Finezja	5,69	5,81	6,5	8,0	5,67	6,33
Bogatka	5,39	5,83	6,67	8,33	6,83	6,61
Turkis	5,24	5,70	5,67	8,00	6,17	6,16
Mewa	6,14	6,13	6,17	8,00	6,33	6,55
Zyta	6,24	6,35	6,67	6,17	6,50	6,39
Kobiera	5,76	5,90	6,00	7,17	6,00	6,17
Nadobna	6,17	5,23	6,17	7,50	6,17	6,25
Rapsodia	7,18	7,33	6,67	8,33	7,17	7,34
Trend	6,02	5,79	6,33	7,17	6,83	6,43
Satyna	5,42	4,75	5,67	6,83	6,33	5,80
Smuga	5,40	5,51	6,67	6,83	6,67	6,22
Legenda	6,84	6,49	6,33	8,33	6,83	6,96
Wydma	6,01	6,06	6,00	7,67	6,83	6,51
Anthus	6,09	5,76	6,50	6,83	6,67	6,37
Boomer	5,81	8,01	7,33	8,67	7,00	7,36
Naridana	5,56	7,06	6,67	7,50	5,83	6,52
Cubus	6,02	6,33	6,33	7,17	6,50	6,47
Średnia Mean	5,94	6,29	6,39	7,49	6,46	6,51

Tabela 3. Średnie kwadraty zmienności w ogólnej analizie wariancji porażenia liści odmian pszenicy ozimej przez grzyb *P. triticina* w latach 2007–2009

Table 3. Mean square variation in the overall analysis of variances of winter wheat leaf infection by the species *P. triticina* in 2007–2009

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody No. of freedom of degrees	Średni kwadrat Mean square
Lata – Years	2	26,45*
Miejscowości – Stations	4	22,68*
Środowiska – Environments	8	37,73**
Genotypy – Genotypes	17	2,42*
Genotypy × środowiska – Genotypes × environments	136	1,53**
Regresja wz. środowiska – Regression on explanatory variable	17	1,11
Odchylenie od regresji – Regression deviation	119	0,45**
Błąd doświadczeń – Experimental error	568	0,15

*istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ – significant at $\alpha = 0,05$, ** istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ – significant at $\alpha = 0,01$

doświadczalnych, jak również w poszczególnych latach badań. Istotna interakcja genotypowo-środowiskowa potwierdza znaczne zróżnicowanie podatności odmian na analizowany gatunek grzyba w poszczególnych miejscowościach, w każdym roku badań. Tabela 4. przedstawia wyniki analizy szczegółowej badanych odmian pszenicy ozimej pod względem ich reakcji na populację grzybów *P. triticina* oraz interakcję z środowiskiem. Odmiany: Rapsodia, Boomer, Legenda i Tonacja odznaczają się dodatni-

mi efektami głównymi. Odmiany te w analizowanych środowiskach wykazują istotnie wyższą odporność na rdzę brunatną w porównaniu do średniej ogólnej wszystkich badanych obiektów. Jedynie odmiana Satyna w 5 badanych miejscowościach charakteryzowała się zwiększoną podatnością na analizowany gatunek grzyba w warunkach Dolnego Śląska. Pozostałe genotypy nie wykazywały istotnych odchyleń stopnia nasilenia objawów chorobowych od średniej generalnej doświadczeń.

Większość analizowanych odmian odznaczała się istotną interakcją ze środowiskami. Jedynie odmiany: Wydma, Bogatka i Tonacja wykazywały mniejszą zmienność nasilenia rdzy brunatnej na obszarze Dolnego Śląska. Na uwagę zasługuje stabilność podwyższonej odporności odmiany Tonacja na rasy *P. triticina* występujące w 5 analizowanych miejscowościach.

Tabela 4. Testowanie poszczególnych genotypów i ich interakcji porażenia liści odmian pszenicy ozimej przez grzyb *P. triticina* w latach 2007–2009

Table 4. Testing of genotypes and their interaction of winter wheat leaf infection by the species *P. triticina* in 2007–2009

Genotyp Genotype	Ocena efektu głównego Estimate for main effect	Statystyka F dla efektu głównego F statistic for main effect	Statystyka F dla interakcji ze środowiskami F statistic for interaction with environments
Tonacja	0,279	5,73	1,47
Finezja	–0,171	0,44	7,21
Bogatka	0,106	0,69	1,76
Turkis	–0,350	2,52	5,22
Mewa	0,049	0,06	4,32
Zyta	–0,277	1,56	5,26
Kobiera	–0,339	2,95	4,20
Nadobna	–0,245	2,62	2,47
Rapsodia	0,831	12,16	6,12
Trend	–0,075	0,22	2,73
Satyna	–0,701	15,29	3,46
Smuga	–0,288	2,65	3,37
Legenda	0,461	7,29	3,13
Wydma	0,008	0,00	1,64
Anthus	–0,135	0,86	2,27
Boomer	0,860	30,61	2,60
Naridana	0,018	0,01	3,81
Cubus	–0,034	0,03	3,80
NIR (0,05) LSD (0,05)		5,32	1,95

Przedstawione wyniki badań wskazują na znacznie zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy ozimej na zmienne warunki środowiskowe pod względem stopnia porażenia liści przez grzyby *P. triticina*. Niska stabilność odporności

większości odmian pszenicy ozimej na populację *P. triticina* jest związana z dużym zróżnicowaniem ras chorobotwórczych tego grzyba (Nawracała 2004). Obecnie znane są 63 geny reakcji na rdzę brunatną (MacIntosh 2003) i liczba tych genów ulega stałemu wzrostowi. Znaczna część genów odporności została przeniesiona do odmian pszenicy z dzikich gatunków pokrewnych: *Aegilops speltoides*, *Triticum monococcum*, *Aegilops tauschii*. Börner i wsp. (2002) zlokalizowali w chromosomie 7DS dwa QTL-e (Quantitative Trait Loci – locus cechy ilościowej) sprzężone z odpornością na rdzę brunatną.

Zarówno geny główne odporności, jak również geny odporności cząstkowej, mogą przejawiać różną ekspresję działania w zależności od warunków atmosferycznych. Dlatego zróżnicowane opady, a także temperatury w każdej miejscowości, w analizowanych latach, przyczyniły się do poszerzenia istotnej interakcji genotypowo-środowiskowej odporności odmian na rasy rdzy brunatnej na obszarze Dolnego Śląska. Brancourt-Hulmel i Lecomte (2003) wykazali, że interakcja genotypowo-środowiskowa w 77% wpłynęła na zmienność 13 linii pszenicy w warunkach uprawy na obszarze Francji. Odporność odmian pszenicy na populację grzyba *P. triticina* jest w dużym stopniu uzależniona od czynników atmosferycznych, lecz również od fazy rozwoju i zabiegów uprawowych (Marks i wsp. 2004). Prawidłowy dobór odmian dostosowany do warunków klimatycznych i agrotechnicznych w danym rejonie kraju jest więc jednym z zasadniczych elementów kompleksowej ochrony roślin (Matysik i Nita 2008).

Wnioski / Conclusion

1. Istotna interakcja genotypowo-środowiskowa wskazuje na zróżnicowany stopień nasilenia *P. triticina* w badanych miejscowościach, w poszczególnych latach badań.
2. Odmiany: Rapsodia, Boomer, Legenda i Tonacja odznaczały się istotnie wyższą odpornością na rdzę brunatną w porównaniu do pozostałych odmian.
3. Zwiększoną stabilność odporności na populację grzyba *P. triticina* na obszarze Dolnego Śląska wykazywała odmiana Tonacja.

Praca wykonana w ramach Krajowego Programu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych.

Literatura / References

- Brancourt-Hulmel M., Lecomte C. 2003. Effect of environmental variates on genotype x environment interaction of winter wheat. Crop Sci. 43: 608–617.
- Börner A., Schumann E., Furst A., Coster H., Leithold B., Roder M.S., Weber W.E. 2002. Mapping of quantitative trait loci determining agronomic important characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum*) Theor. Appl. Genet. 105: 921–936.

- Chelkowski J., Stępień Ł., Strzelbicka A. 2005. Ocena podatności pszenicy ozimej na rdzę brunatną oraz poszukiwanie źródeł odporności. *Acta Agrobot.* 58 (1): 143–152.
- Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych 2011. Lista Opisowa Odmian. Słupia Wielka: 7–169.
- Jaczewska-Kalicka A. 2006. Zmienność nasilenia rozwoju chorób grzybowych pszenicy ozimej w latach 2001–2005. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46 (1): 451–760.
- Kolmer J.A. 2010 Genetics of leaf rust resistance in the soft red winter wheat cultivars Coker 9663 and Pioneer 26R61. *Plant Dis.* 94 (5): 628–632.
- Marks M., Kurowski T.P., Buczyński G., Kurowska A. 2004. Stan sanitarny roślin w zależności od zagęszczenia gleby i sposobów przeciwdziałania. *Ann. UMCS, Sec. E*, 59 (4): 1797–1806.
- Matysik P., Nita Z. 2008. Postęp w hodowli odpornościowej pszenicy ozimej na przykładzie zaawansowanych rodów hodowlanych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 48 (8): 41–46.
- McIntosh R.A., Yamazaki Y., Devos K.M., Dubkovsky J., Rogers W.J., Appels R. 2003. Catalogue of gene symbols for wheat. <http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/wgc/2003/>, dostęp: 25.11.2011.
- Nawracała J. 2004. Genetyczne podstawy hodowli pszenicy. Praca zbiorowa pod red. A.G. Górny. *Zarys Genetyki Zbóż*. Tom 1. Jęczmień, Pszenica, Żyto: 183–327.
- Räder T., Racca P., Jörg E., Hau B. 2007. PUCREC/PUCTRI – a decision support system for the control of leaf rust of winter wheat and winter rye. *Bull. EPPO/Bull. OEPP* 37 (2): 378–382.