

ANNA STRZEMBICKA
GRZEGORZ CZAJOWSKI
KATARZYNA KARSKA

Zakład Roślin Zbożowych w Krakowie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB

Charakterystyka materiałów hodowlanych pszenicy ozimej pod względem odporności na rdzę brunatną (*Puccinia triticina*)

Characteristics of the winter wheat breeding materials in respect of resistance to leaf rust *Puccinia triticina*

Oceniano odporność rodów pszenicy ozimej na rdzę brunatną *Puccinia triticina*, w latach 2008–2012. Badania prowadzono w warunkach sztucznej inokulacji oraz naturalnej infekcji w stadium rośliny dorosłej w Grodkowicach i Krzeczowicach. Ogółem przebadano 2080 genotypów, w tym 655 form z doświadczeń wstępnych, oraz 1425 rodów z ośrodków hodowli z różnych rejonów uprawy pszenicy. Ocenę odporności prowadzono w skali 9-stopniowej w której 9 — oznacza wysoką odporność, 1 — wysoką wrażliwość. Stwierdzono zróżnicowanie badanego materiału pod względem odporności na *Puccinia triticina*, w latach badań i miejscowościach. Ogółem w grupie form odpornych, ocena w skali 9–7, znalazło się od 22–40% badanych, najwięcej 35–48% miało ocenę 5–6. W grupie 655 form z doświadczeń wstępnych 78 (12,8%) wykazywało wysoką odporność w obu miejscowościach. Spośród tych dokonano wyboru 29 genotypów, które charakteryzowały się odpornością przez okres 2–3 lat w Grodkowicach i Krzeczowicach i mogą być wykorzystane jako źródła odporności.

Słowa kluczowe: materiały hodowlane, odporność, pszenica ozima, *Puccinia triticina*

The resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) of winter wheat breeding lines in the years 2008–2012 was evaluated. Studies were carried out using the method of artificial inoculation and under conditions of natural infection at the adult plant stage at Grodkowice and Krzeczowice. A total 2080 breeding lines of wheat: 655 from preliminary trials and 1425 forms from breeding stations were tested. A scale of 9 — high resistance to 1 — high susceptibility was used for resistance assessment. Considerable differences of tested materials with respect to reaction to leaf rust were found in both localities and years. In the group of resistant forms (scored with 9–7 degrees) 22–40% of tested lines were found. The most of genotypes (35–48%) were scored within the range 6–5. In the group of lines from preliminary trials 78 (12.8%) showed a high resistance in both localities. The obtained results

allowed to select 29 genotypes with high resistance to leaf rust lasting for 2–3 years at Grodkowice and Krzeczowice and thus they can be used as resistance sources.

Key words: breeding materials, *Puccinia triticina*, resistance, winter wheat

WSTĘP

Wśród chorób pszenicy ozimej jedną z ważniejszych jest rdza brunatna, powodowana przez grzyb *Puccinia triticina* Erikss. Cechą charakterystyczną, która decyduje o ekonomicznym znaczeniu tej choroby jest systematyczność jej występowania w wielu rejonach świata oraz istotny wpływ na plon. Rokrocznie powoduje ona straty w plonach szacowane na około 15%, a w latach epifitoz 30–60% (Roelfs i in., 1992; Sayre i in., 1998).

W Polsce rdza brunatna występuje corocznie na jarych i ozimych formach pszenicy z różnym nasileniem w zależności od warunków pogodowych. Do szerokiego rozpowszechnienia grzyba *Puccinia triticina* przyczyniły się między innymi specjalizacja paszytnictwa, migracja zarodników oraz mała liczba odpornych genotypów często o podobnej bazie genetycznej.

Pomimo możliwości stosowania fungicydów najlepszym sposobem zapobiegania i zwalczania rdzy brunatnej jest wykorzystanie genetycznej odporności. Hodowla odmian odpornych wymaga zarówno badania chorobotwórczości patogena, jak i badania odporności rośliny-gospodarza (Arseniuk, 1995).

Informacje dotyczące struktury populacji *Puccinia triticina*, oraz częstotliwości genów wirulencji korespondujących z genami odporności mają duże znaczenie dla programów hodowli odpornościowej, ukierunkowują badania nad odpornością i pozwalają wybrać najistotniejsze genotypy odporne w stosunku do określonych typów wirulencji (Woźniak-Strzembicka, 1997; Czajowski i in., 2011).

Prace hodowlane wymagają stałego poszukiwania i doboru źródeł odporności dla tworzenia nowych genotypów stąd bardzo ważne znaczenie ma dysponowanie aktualnymi i pełnymi danymi o odporności form i materiałów hodowlanych pszenicy.

Celem pracy była ocena odporności na rdzę brunatną *Puccinia triticina* w stadium rośliny dorosłej (stadium od kłoszenia do wczesnej dojrzałości mleczej) genotypów pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych oraz z różnych rejonów uprawy. Próbowano także wytypować ewentualne źródła odporności spośród zaawansowanych materiałów w procesie hodowli.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę odporności pszenicy ozimej przeprowadzono na rodach z doświadczeń wstępnych oraz na materiałach z kilku ośrodków hodowli pszenicy, z różnych rejonów uprawy w latach zbioru 2008–2012. Odporność roślin badano w polu w stadium rośliny dorosłej w Zakładzie Doświadczalnym IHAR — PIB Grodkowice w warunkach sztucznej inokulacji oraz w SHR Krzeczowice w warunkach naturalnej infekcji. W obu miejscowościach obiekty wysiewano w polu w jednym powtórzeniu po 2 rzędy. Łącznie w omawianym okresie badań testowano 2080 genotypów, w tym 655 z doświadczeń

wstępnych oraz 1425 form z różnych rejonów uprawy pszenicy. W każdym roku, do każdego zestawu badanych rodów, dołączano odmianę kontrolną jako wzorzec wrażliwości Michigan Amber.

W sezonie wegetacyjnym przeprowadzono w Grodkowicach w polu sztuczną inokulację rdzą brunatną wszystkich biorących udział w doświadczeniu genotypów pszenicy. Rośliny inokulowano w stadium 8–9 w skali Feeke'a przez oprysk zawiesiną uredospor, mieszaniną patotypów *Puccinia triticina* (z dodatkiem Tween 20). Użyte w latach badań patotypy występowały z dużą częstotliwością w krajowej populacji grzyba i odznaczały się znaczną wirulencją w stosunku do linii monogenicznych z genami *Lr* (tab. 1). Wybrane do badań poszczególne patotypy *Puccinia triticina* rozmnażano w szklarni na siewkach wrażliwej odmiany Michigan Amber, mieszaninę sporządzano bezpośrednio przed zakażaniem.

Tabela 1

Genetyczna formuła wirulencji wybranych patotypów *Puccinia triticina*
Virulence of selected pathotypes *Puccinia triticina*

Patotyp Pathotype	Wirulencja wobec linii z genami odporności <i>Lr</i> Virulence against lines with <i>Lr</i> resistance genes
12720	<i>Lr1, Lr3, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21</i>
12724	<i>Lr1, Lr3, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr28</i>
12725	<i>Lr1, Lr3, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr24, Lr28</i>
16724	<i>Lr1, Lr3, Lr9, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr28</i>
13724	<i>Lr1, Lr2c, Lr3, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr28</i>
14765	<i>Lr1, Lr9, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr23, Lr24, Lr28</i>
13726	<i>Lr1, Lr2c, Lr3, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr26, Lr28</i>
36725	<i>Lr1, Lr2a, Lr3, Lr9, Lr11, Lr15, Lr17, Lr21, Lr24, Lr28</i>

Inokulowano pas roślin o szerokości 50 cm każdego 2-rzędkowego poletka. Wariant kontrolny stanowiły rośliny z przeciwnej strony poletka. Inokulację przeprowadzono dwukrotnie w odstępie 7 dni.

Ocenę porażenia rdzą brunatną genotypów pszenicy przeprowadzono w Grodkowicach i w Krzeczowicach trzykrotnie w odstępach ok. dwutygodniowych w oparciu o powszechnie stosowaną wizualną skalę 9.-stopniową, gdzie: stopień 9 oznacza wysoką odporność, 1 — wysoką wrażliwość.

Dla zbadania zróżnicowania genotypów pod względem odporności zostały obliczone współczynniki zmienności (CV%).

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone w latach 2008–2012 badania nad reakcją genotypów pszenicy ozimej na porażenie rdzą brunatną *Puccinia triticina* wskazują na znaczne zróżnicowanie badanego materiału w latach i miejscowościach.

Zestawienie ilościowe genotypów pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych w klasach porażenia rdzą brunatną w Grodkowicach w warunkach sztucznej inokulacji oraz Krzeczowicach w warunkach naturalnej infekcji w latach 2008–012 oraz współczynniki zmienności CV% przedstawia tabela 2.

Ogółem w grupie form odpornych, ocena w skali 9–7, znalazło się od 22–27% badanych, odpowiednio w Krzeczowicach i w Grodkowicach. Najwięcej form (41–45%) otrzymało ocenę 6–5, znaczny też był odsetek genotypów, które wykazały dużą wrażliwość na rdzę brunatną, ponad 32% w obydwu miejscowościach. Obliczone współczynniki zmienności CV% wskazują na zróżnicowanie badanego materiału pod względem odporności na *Puccinia triticina*, w latach badań, ich wartość w kształtowała się od 16,0–46,0% w Grodkowicach i 17,6–47,3% w Krzeczowicach, zakres porażenia w skali 9.-stopniowej wahał się w poszczególnych latach od 2–9 do 5–9 (tab. 2).

Tabela 2

Reakcja rodów pszenicy z doświadczeń wstępnych na porażenie rdzą brunatną w Grodkowicach i Krzeczowicach w latach 2008–2012
Reaction of wheat breeding lines from preliminary trials to leaf rust in Grodkowice and Krzeczowice in 2008–2012

Lata Years	Liczba badanych rodów Number of breeding lines	Liczba rodów w klasach porażenia** Number of breeding lines in classes of infection			Zakres porażenia Range of infection	Współczynnik zmienności Coefficient of variability (CV%)
		7–9*	6–5	4 i ≤ 4 and ≤		
Grodkowice (sztuczna inokulacja — artificial inoculation)						
2008	118	23	23	72	2–9	46,6
2009	130	27	48	55	3–9	33,2
2010	130	99	31	0	5–9	16,0
2011	131	16	79	36	3–9	26,3
2012	146	14	87	45	2–9	30,3
Ogółem Total	655	179	268	208		
Krzeczowice (naturalna infekcja — natural infection)						
2008	118	18	26	74	2–9	47,3
2009	130	13	58	59	3–9	28,5
2010	130	30	48	52	2–9	36,8
2011	131	15	87	29	4–9	23,2
2012	146	71	75	0	5–9	17,6
Ogółem Total	655	147	294	214		

*Ocena w skali 9.-stopniowej: 9 — odporny, 1 — wrażliwy; Assessment on scale: 9 — resistant, 1 — susceptible

**Klasy 7–9 odporne, 6–5 średnio odporne, 4 i ≤ wrażliwe; Classes 7–9 resistant, 6–5 moderately resistant, 4 and ≤ susceptible

Reakcję form pszenicy ozimej pochodzących z różnych rejonów uprawy na porażenie rdzą brunatną w obu miejscowościach w omawianym okresie badań ilustruje tabela 3. Analiza reakcji tych genotypów wskazuje również na duże zróżnicowanie tego materiału w latach o czym świadczą współczynniki zmienności, ich wartość wynosiła od 12,5–38,1% w Grodkowicach oraz 19,7–46,6% w Krzeczowicach. Spośród 1425 badanych obiektów wysoką odporność na rdzę notowano u 40% genotypów w Grodkowicach, zaś 27,5% form odznaczało się wysoką odpornością w Krzeczowicach.

W tej grupie badanych materiałów wysoką wrażliwość na rdzę notowano u 25% genotypów zarówno w Grodkowicach, jak i Krzeczowicach, przy czym udział form

wrażliwych w poszczególnych latach wahał się od 0–42% w Grodkowicach oraz 1,5–53% w Krzeczowicach.

Rozwój rdzy brunatnej *Puccinia triticina* zależny jest w wysokiej mierze od warunków środowiska, jeżeli te warunki układają się dla patogena pomyślnie to szybko się rozmnaża i rozprzestrzenia. Duże znaczenie w uzyskaniu pozytywnych wyników w pracy ma przebieg pogody w okresie wegetacyjnym. Rdza brunatna ma wysokie wymagania odnośnie temperatury, światła i wilgotności. W warunkach sprzyjających rozwojowi grzyba nasilenie choroby może być znaczne, wręcz epidemiczne (McIntosh i in., 1995).

Tabela 3

Reakcja materiałów hodowlanych pszenicy z ośrodków hodowlanych na porażenie rdzą brunatną w Grodkowicach i Krzeczowicach w latach 2008–2012
Reaction of wheat breeding lines from breeding stations to leaf rust in Grodkowice and Krzeczowice in 2008–2012

Rok Years	Liczba badanych rodów Number of breeding lines	Liczba rodów w klasach porażenia Number of breeding lines in classes of infection			Zakres porażenia Range of infection	Współczynnik zmienności Coefficient of variability (CV%)
		7–9	6–5	4 i ≤ 4 and ≤		
Grodkowice (sztuczna inokulacja — artificial inoculation)						
2008	296	119	75	102	2–9	38,1
2009	331	114	138	79	3–9	30,3
2010	295	271	24	0	6–9	12,5
2011	228	33	133	62	4–9	26,1
2012	275	31	129	115	2–9	34,3
Ogółem Total	1425	568	499	358		
Krzeczowice (naturalna infekcja — natural infection)						
2008	296	80	58	158	2–9	46,6
2009	331	55	179	97	3–9	29,9
2010	295	91	149	55	3–9	27,3
2011	228	34	154	40	4–9	24,3
2012	275	132	139	4	4–9	19,7
Ogółem Total	1425	392	679	354		

*Ocena w skali 9-stopniowej: 9 — odporny, 1 — wrażliwy; Assessment on scale: 9 — resistant, 1 — susceptible

**Klasy 7–9 odporne, 6–5 średnio odporne, 4 i ≤ wrażliwe; Classes 7–9 resistant, 6–5 moderately resistant, 4 and ≤ susceptible

Podczas prowadzonych w omawianym okresie badań obserwowano różne nasilenie choroby w poszczególnych latach, na co niewątpliwie miały wpływ czynniki środowiska.

Istotny wpływ na stopień porażenia miała zastosowana sztuczna inokulacja patogenem w Grodkowicach, gdzie rdza wystąpiła w większym nasileniu, zwłaszcza w latach sprzyjających rozwojowi choroby 2011–2012. Szczególnie uwidoczniło się to w ostatnim roku badań gdzie obserwowano znaczne nasilenie rdzy brunatnej w Grodkowicach. Na rozwój choroby miały wpływ wyższa temperatura i umiarkowane opady deszczu oraz zapewnienie we właściwym czasie inokulum grzyba. Podczas gdy w Krzeczowicach z uwagi na niesprzyjające warunki pogodowe notowano bardzo słabe nasilenie choroby i

nie stwierdzono zróżnicowania obiektów pod względem odporności na *Puccinia triticina*. Wśród genotypów z doświadczeń wstępnych nie notowano form wrażliwych, w pozostałej grupie badanych form zaledwie 4 wykazały wrażliwość (tab. 2 i 3).

W trakcie badań prowadzonych w tych miejscowościach obserwowano także sytuację odwrotną, przykładem może być rok 2010 gdzie w Grodkowicach, mimo zastosowanej sztucznej inokulacji *Puccinia triticina* nie stwierdzono zróżnicowanej reakcji badanych genotypów na porażenie, nie notowano form wysoce wrażliwych. Na rozwój choroby nie pozwoliły wówczas warunki pogodowe, niska temperatura powietrza, obfite opady deszczu w maju i czerwcu powodujące splukiwanie zarodników. W analogicznym okresie w Krzeczowicach obserwowano silne nasilenie rdzy brunatnej przy sprzyjających warunkach pogodowych, tj. wyższej temperaturze i mniej obfitych opadach deszczu niż w innych rejonach Polski południowej.

Podsumowując można zauważyć, że badane genotypy pszenicy ozimej były w różnym stopniu porażane przez rdzę brunatną *Puccinia triticina* w obu miejscowościach w poszczególnych latach. Obliczone współczynniki zmienności wskazują na duże zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę brunatną zarówno w Grodkowicach w warunkach sztucznej inokulacji, jak i w warunkach naturalnej infekcji w Krzeczowicach, która to miejscowość okazała się trafnym punktem dla prowadzenia oceny zdrowotności materiałów hodowlanych.

Testowanie genotypów na ważne gospodarczo cechy, w tym odporność na choroby w różnych warunkach środowiska i możliwie w większej liczbie miejscowości umożliwia wybór odmian o szerokiej adaptacji, nie bez znaczenia jest dobór miejscowości do badań (Węgrzyn in., 1994; Śmiałowski, Węgrzyn, 2001).

W omawianym okresie badań spośród 655 genotypów z doświadczeń wstępnych wytypowano łącznie 78 o wysokiej odporności polowej na rdzę brunatną *Puccinia triticina* zarówno w Grodkowicach jak i w Krzeczowicach, co stanowi 12,8%. (tab. 4).

Tabela 4

Liczba rodów pszenicy z doświadczeń wstępnych odpornych na rdzę brunatną w obydwu miejscowościach w latach 2008–2012
Number of wheat breeding lines from preliminary trials resistant to leaf rust in both location in 2008–2012

Rok Years	Liczba badanych rodów Number of breeding lines	Liczba rodów odpornych w obydwu miejscowościach Number of breeding lines resistant in both locations	Procentowy udział rodów odpornych Percent of resistant breeding lines
Rody z doświadczeń wstępnych — Breeding lines from preliminary trials			
2008	118	17	14,4
2009	130	11	8,5
2010	130	28	21,5
2011	131	9	6,9
2012	146	13	8,9
Ogółem Total	655	78	12,8

Stosunkowo mała liczba form odpornych w obydwu miejscowościach świadczy, że większość rodów wykazała małą stabilność pod względem tej cechy. Może to wynikać ze sprzyjających warunków dla rozwoju grzyba w danej miejscowości, jak również ze słabego uwarunkowania genetycznego odporności tych rodów.

Obserwacje i badania innych autorów również wskazują na znaczną podatność uprawianych krajowych odmian jak i rodów hodowlanych pszenicy na rdzę brunatną (Zamorski i in., 2001; Chełkowski i in., 2005).

Na podstawie uzyskanych wyników w trakcie badań w latach 2008–2012, spośród 78 odpornych genotypów dokonano wyboru 29, które charakteryzowały się odpornością przez okres dłuższy niż 2 lata. Wymienione genotypy zostały wysiane jesienią w doświadczeniu w Grodkowicach i Krzeczowicach w formie kolekcji źródeł odporności, celem sprawdzenia czy ich odporność będzie trwała w czasie, stabilna i efektywna w różnych środowiskach.

Na podstawie rodowodów odpornych genotypów oraz danych z literatury starano się określić genetyczne podstawy odporności na rdzę brunatną u ich form rodzicielskich. Analizując te dane można stwierdzić, że wśród wybranych form kilkanaście zawiera w pochodzeniu odmiany u których podstawą odporności jest kombinacja genów odporności specyficznej (*Lr10*, *Lr14a*, *Lr26*) w fazie siewek z genami kontrolującymi odporność w stadium rośliny dorosłej (*Lr13*, *Lr37*). Według literatury przedmiotu kombinacja tych genów warunkuje efektywną odporność i wnosi znaczny wkład w trwałość odporności pszenicy na rdzę brunatną (Winzeler i in., 2000; Pathan, Park, 2006).

PODSUMOWANIE

1. Badania genotypów pszenicy ozimej pod względem odporności na rdzę brunatną w stadium rośliny dorosłej w warunkach sztucznej inokulacji oraz w warunkach naturalnej infekcji pozwoliły na dokładniejszą ocenę poziomu odporności poszczególnych form.
2. Wyodrębnione w trakcie badań genotypy pszenicy o wysokiej odporności mogą stanowić interesujący materiał jako źródła odporności na rdzę brunatną *Puccinia triticina*.
3. Badania potwierdzają, że rdza brunatna występuje na pszenicy corocznie na zasiewach pszenicy w Polsce z mniejszym lub większym nasileniem w zależności od warunków pogodowych.
4. Wśród badanych obiektów stosunkowo niewielki był udział wysoce odpornych genotypów. W związku z powyższym celowym są ciągłe prace nad poszukiwaniem źródeł odporności spośród różnych materiałów hodowlanych pszenicy.

LITERATURA

- Arseniuk E. 1995. Odporność roślin uprawnych na stresy biologiczne i fizyczne. Materiały 2-go Krajowego Sympozjum pt. Odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające warunki środowiska. 12–14 wrzesień IHAR Radzików 19 — 37.

- Chelkowski J., Stępień Ł., Strzembicka A. 2005. Ocena podatności pszenicy ozimej na rdzę brunatną oraz poszukiwanie źródeł odporności. *Acta Agrobotanica* 58. z. 1: 143 — 152.
- Czajowski G., Strzembicka A., Karska K. 2011. Wirulencja populacji *Puccinia triticina* sprawcy rdzy brunatnej pszenicy i pszenżyta w Polsce w latach 2008–2010. *Biul. IHAR* 260/261: 145 — 153.
- 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.
- Pathan A. K., Park R. F. 2006. Evaluation of seedling and adult plant resistance to leaf rust in European wheat cultivars. *Euphytica* 149: 327 — 342.
- Roelfs A. P., Singh R. O., Saari E. E. 1992. *Rust Disease of wheat. Concepts and methods of disease management*. CIMMYT Mexico: 81 pp.
- Sayre K. D., Singh R. P., Huertaespino J., Rajaram S. 1998. Genetic progress in reducing losses to leaf rust in CIMMYT – derived Mexican spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 38: 654 — 659.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Przydatność punktów doświadczalnych do oceny materiałów hodowlanych żyta ozimego. *Biul. IHAR* 218/219: 409 — 418.
- 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., Trottet M., Unger O., Vida G., Walther U. 2000. Resistance of European winter wheat germplasm to leaf rust. *Agronomie* 20: 783 — 792.
- Węgrzyn S., Strzembicka A., Gajda Z. 1994. Variability of the winter wheat breeding materials with respect to their reaction to leaf rust and powdery mildew. *Genet. Pol.* 35B: 241 — 245.
- Woźniak-Strzembicka A. 1997. Rdza brunatna pszenicy — genetyczne podstawy odporności. *Biul. IHAR* 204: 245 — 251.
- Zamorski C., Nowacki B., Wakuliński W., Schollenberger M. 2001. Źródła odporności na rdzę żółtą, rdzę brunatną i rdzę żdźbłową w polskich materiałach hodowlanych pszenicy. *Biul. IHAR* 218/219: 137 — 145.