

# Ocena odporności odmian miejscowych jęczmienia jarego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*)

Evaluation of the spring barley landraces resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*)

Urszula Piechota , Grzegorz Czajowski , Paweł Czembor 

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików, 05-870 Błonie

✉ u.piechota@ihar.edu.pl

Zestaw 478 linii jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) był badany pod kątem odporności na mączniaka prawdziwego. Badane linie wyprowadzono z odmian miejscowych jęczmienia jarego pochodzących głównie z basenu Morza Śródziemnego. W badaniach wykorzystano trzy izolaty *Blumeria graminis* o znanym profilu wirulencji. Ocenę odporności wykonano na siewkach w warunkach kontrolowanych. Badanie pozwoliło wyselekcjonować 111 odpornych linii jęczmienia, w tym dziewięć – na trzy izolaty *B. graminis*. Wyselekcjonowane linie mogą być źródłem odporności na mączniaka prawdziwego przydatnej w programach hodowli odpornościowej.

**Słowa kluczowe:** *Hordeum vulgare*, jęczmień jary, mączniak prawdziwy, testy fitopatologiczne

A set of 478 barley lines (*Hordeum vulgare* L.) was screened for resistance to powdery mildew. The lines were derived from spring barley landraces originated mainly from the Mediterranean Basin. The three *Blumeria graminis* isolates with a known virulence spectra were used in the study. Resistance evaluation was performed on seedlings under controlled conditions. The study revealed the 111 resistant lines, the nine among them showed resistance to three *B. graminis* isolates. Selected lines may be a source of resistance to powdery mildew useful in resistance breeding programs.

**Key words:** *Hordeum vulgare*, spring barley, powdery mildew, phytopathological tests

## Wprowadzenie

Jęczmień zwyczajny (*Hordeum vulgare* L.) jest jednym z najważniejszych gospodarczo zbóż. Na ilość i jakość plonu ma wpływ wiele czynników biotycznych i abiotycznych, w tym liczne patogeny (Singh i in, 2019). Jednym z patogenicznych grzybów powodujących znaczące straty, obniżając wartość browarną i technologiczną ziarna, jest *Blumeria graminis*, patogen wywołujący objawy mączniaka prawdziwego (Savary i in, 2012, Walters i in, 2012). Grzyb w sprzyjających warunkach może powodować obniżenie plonu nawet do 50% (Tratwal i Weber, 2006). Ze względu na wymóg ograniczonego i odpowiedzialnego stosowania chemizacji upraw, stosowanie form o podwyższonej odporności na choroby wpisuje się w główne cele integrowanej produkcji roślinnej (<https://piorin.gov.pl/integrowana-produkcja>, dostęp luty 2023).

Współczesne odmiany zbóż powstały w wyniku długotrwałej silnej selekcji hodowlanej, ukierunkowanej na istotne gospodarczo cechy plonu. Pożądana zmienność genetyczna, potencjalnie niosąca również odporność na choroby, została zachowana w odmianach miejscowych i dawnych, a także w dzikich gatunkach pokrewnych (McCouch i in, 2013). Niniejsza praca stanowi podsumowanie badań przesiewowych odporności zestawu odmian miejscowych jęczmienia pocho-

dzących głównie z rejonów Północnej Afryki i Bliskiego Wschodu.

## Materiały i metody

W badaniu przesiewowym wykorzystano zestaw 478 linii jęczmienia jarego. Linie te zostały otrzymane metodą SSD z 474 odmian miejscowych pochodzących z głównie z Afryki Północnej oraz Bliskiego Wschodu. Analizowany zestaw jęczmienia zawierał: 136 linii pochodzących z Libii, 90 – Tunezji, 47 – Jordanii, 45 – Algierii, 32 – Maroka, 8 – Egiptu, 7 – Libanu, 3 – Chin, po jednej linii z Francji, Grecji, Syrii i Włoch oraz 106 linii o nieznanym pochodzeniu.

W celu oznaczenia odporności panelu jęczmienia, co najmniej 20 ziarniaków z każdej linii oraz z odmiany podatnej Manchuria wysiano w warunkach kontrolowanych komory klimatycznej, przy 16-to godzinnym fotoperiodzie, temperaturze 18-20°C i wilgotności powietrza 70-80%. W fazie w pełni rozwiniętego pierwszego liścia (DC:12, Zadoks i in, 1974) rośliny inokulowano poprzez strząsanie zarodników *B. graminis*. Testy wykonano niezależnie dla trzech jednozarodnikowych izolatów patogenu o znanej wirulencji, pochodzących z własnej kolekcji: Bgh19-35 (wirulentny w stosunku do znanych genów odporności *Ml*: *a6*, *a7*, *a8*, *a13*, *a14*, *Ru*, *ra*, *k*, *mn*, *g*, *CP*, *La*, *h*, *Ab*, *Bw*), Bgh19-78 (*a1*, *a6*, *a7*, *a8*, *a9*, *a12*, *ra*, *k*, *mn*, *g*, *CP*, *La*, *h*, *IM9*, *Ab*, 1-B-53, *Ga*), Bgh20-

19 (*a3, a6, a7, a8, a12, a13, a14, Ru, ra, La, h, Ab, Tu2, St, Bw, Lv, Ga*). Izolaty *B. graminis* były utrzymywane i namnażane na siewkach odmiany podatnej Manchuria.

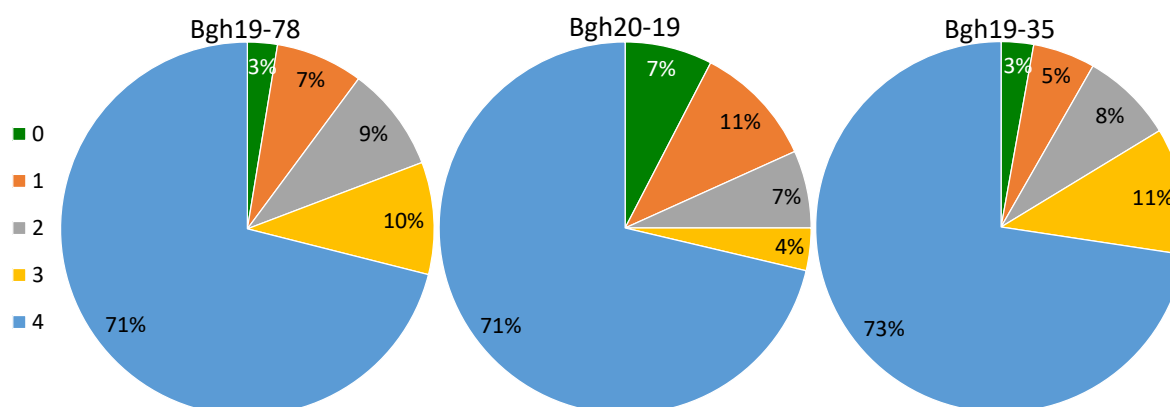
Ocenę odporności jęczmienia wykonano po 7-10 dniach od inokulacji. Zastosowano pięciostopniową skalę Mains i Dietz (1930), gdzie: 0 oznacza immunię, tj. brak widocznych symptomów porażenia, 1 – reakcję nadwrażliwości, obecność nekroz, 2 – małe kolonie patogenu otoczone zmianami chlorotycznymi, 3 – średnie kolonie patogenu, wykazujące sporulację o średnim natężeniu, możliwe chlorozy, 4 – duże, dobrze rozwinięte kolonie, wykazujące silną sporulację.

## Wyniki i dyskusja

W badaniach wykorzystano zestaw linii jęczmienia wyprowadzonych z odmian miejscowych. Odmiany miejscowe, wobec których nie stosowano silnej presji hodowlanej, wykazują niejednorodność genetyczną i mogą mieć kluczowe znaczenie w przywracaniu różnorodności genetycz-

nej, również w puli genów odporności (Akem i in., 2000). Poprzednie publikowane prace wykazały, że odmiany miejscowe jęczmienia mogą być źródłem odporności na mączniaka prawdziwego (Czembor 2000, 2002; Piechota i in., 2019, 2020). Genotypy pochodzące z rejonów udomowienia, poprzez długotrwałą koewolucję z patogenem, mogą nieść odporność warunkowaną różnicowym podłożem genetycznym (Camacho Villa i in., 2005).

Przeprowadzone testy fitopatologiczne odporności zestawu linii jęczmienia na zastosowane trzy izolaty *B. graminis* wykazały, że średnio 88% linii było podatnych (ocena 3 i 4) lub średnio podatnych (ocena 2) (Rys. 1). Uzyskane wyniki były zgodne z oczekiwanymi, ze względu na szerokie spektrum wirulencji zastosowanych izolatów. Wykorzystanie patogenu o wysokiej zjadliwości w badaniach przesiewowych pozwala na selekcję genotypów gospodarza o potencjalnie wysokim poziomie odporności.

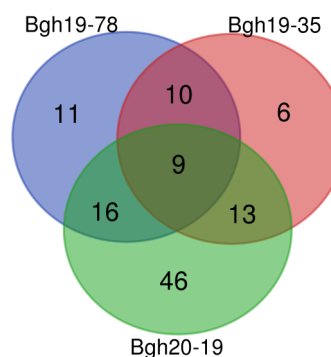


Rys. 1. Udział procentowy reakcji siewek jęczmienia na zastosowane jednozarodnikowe izolaty *Blumeria graminis*. 0 – immunia; 1 – reakcja nadwrażliwości; 2 – małe kolonie i chlorozy; 3 – średnie kolonie; 4 – duże, dobrze rozwinięte kolonie.

Fig. 1. Percentage response of barley seedlings against to single spore isolates of *Blumeria graminis*. 0 - immunity; 1 - hypersensitivity reaction; 2 - small colonies with chlorosis; 3 - medium colonies; 4 - large, well-developed colonies.

Spśród analizowanych genotypów, 111 linii wykazało odporność (ocena 0 lub 1) na co najmniej jeden z zastosowanych izolatów, 39 – na dwa oraz dziewięć linii – na trzy izolaty patogenu (Rys. 2). Linie te mogą być interesujące z punktu widzenia hodowli odpornościowej jęczmienia. Szczegółowe informacje na ich temat zawarto w tabeli 1.

Rozmnażanie płciowe sprzyja generowaniu nowych wirulentnych patotypów, które mogą gwałtownie zwiększyć swój udział w populacji patogenu dzięki wysokim zdolnościom adaptacyjnym *B. graminis* do puli genów odporności gospodarza. Zarodniki *B. graminis* łatwo przenoszą się pomiędzy roślinami w uprawie oraz mogą migrować setki kilometrów (Jørgensen i Wolfe, 1994). Nowe pojawiające się patotypy mogą wykazywać



Rys. 2. Diagram Venna obrazujący liczbę linii jęczmienia wykazujących reakcję odporności (ocena 0 lub 1) po inokulacji trzema izolatami *Blumeria graminis*.

Fig. 2. Venn diagram showing the number of resistant barley lines (scores 0 and 1) to the three *Blumeria graminis* isolates.

Tabela 1  
Table 1Linie jęczmienia odporne (ocena 0 lub 1) na izolaty *Blumeria graminis*  
Barley lines resistant (score 0 or 1) to the *Blumeria graminis* isolates

Izolaty mączniaka prawdziwego Powdery mildew isolates	Odporne linie jęczmienia Resistant barley lines	Pochodzenie Origin
Bgh19-35, Bgh19-78, Bgh20-19	750-1	Jordania
	753-1	Jordania
	1068-1	Jordania
	829-1	Libia
	826-1	Libia
	835-1	Libia
	1004-1	Libia
	173-1	Maroko
	961-1	NA
Bgh19-35, Bgh19-78	772-1	Jordania
	848-1	Libia
	827-1	Libia
	820-1	Libia
	292-1	Maroko
	296-1	Maroko
	861-1	Tunezja
	857-1	Tunezja
	906-4	Tunezja
978-1	NA	
Bgh19-78, Bgh20-19	606-1	Egipt
	744-1	Jordania
	737-1	Jordania
	824-1	Libia
	1005-1	Libia
	696-1	Libia
	1066-1	Libia
	255-1	Maroko
	5103-1	NA
	958-1	NA
	4931-1	NA
	2484-1	NA
	705-1	NA
721-1	NA	
4909-3	NA	
967-1	NA	
Bgh19-35, Bgh20-19	775-1	Jordania
	748-1	Jordania
	807-1	Libia
	5125-1	NA
	699-1	NA
	5061-1	NA
	5063-1	NA
	5133-1	NA
	5067-1	NA
	707-1	NA
5127-1	NA	
5132-1	NA	
5122-1	NA	

NA – brak danych / NA – data not available

wirulencję w stosunku do używanych w odmianach genów odporności. Stosowanie piramid genów głównych oraz kumulowanie w odmianach genów o mniejszych efektach zmniejsza ryzyko szybkiej erozji odporności (Dreiseitl, 2017).

### Wnioski

Wyselekcjonowane w przedstawionym badaniu linie odporne mogą być źródłem odporności na *B. graminis* użytecznej w programach hodowli odpornościowej.

### Literatura

- Akem, C., Ceccarelli, S., Erskine, W., Lenne, J. (2000). Using genetic diversity for disease resistance in agricultural production. *Outlook on Agric* 29: 25-30.
- Camacho Villa, T.C., Maxted, N., Scholten, M.A., Ford-Lloyd, B.V. (2005). Defining and identifying crop landraces. *Plant Genet Resour* 3(3): 373-384.
- Czembor, J.H. (2000). Resistance to powdery mildew in barley landraces from Morocco. *J Plant Pathol* 82(3): 187-200.
- Czembor, J.H. (2002). Resistance to powdery mildew in selections from Moroccan barley landraces. *Euphytica* 125: 397-409.
- Dreiseitl, A. (2017). Heterogeneity of powdery mildew resistance revealed in accessions of the ICARDA wild barley collection. *Front Plant Sci* 8: 202.
- Jørgensen, J.H., Wolfe, M. (1994). Genetics of powdery mildew resistance in barley. *Crit Rev Plant Sci* 13(1): 97-119.
- Mains, E.B., Dietz, S.M. (1930). Physiologic forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei* Marchal. *Phytopathology* 20: 229-239
- McCouch, S., Baute, G.J., Bradeen, J., Bramel, P., Bretting, P.K., Buckler, E. i in. (2013). Agriculture: feeding the future. *Nature* 499: 499023a.
- Piechota, U., Czembor, P., Słowacki, P., Czembor, J. H. (2019). Identifying a novel powdery mildew resistance gene in a barley landrace from Morocco. *J Appl Genetics* 60 (3-4): 243-254.
- Piechota, U., Słowacki, P., Czembor, P. (2020). Identification of a novel recessive gene for resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in barley (*Hordeum vulgare*). *Plant Breed* 139 (4): 730-742.
- Savary, S., Ficke, A., Aubertot, J.N., Hollier, C. (2012). Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security. *Food Sec* 4: 519-537.
- Singh, B., Mehta, S., Aggarwal, S.K., Tiwari, M., Bhuyan, S.I., Bhatia, S., Islam, M.A. (2019). Barley, disease resistance and molecular breeding approaches. W: Wani SH (Ed) *Disease resistance in crop plants*. Springer Nature, Switzerland. pp. 261-299.
- Tratwal, A., Weber, A. (2006). Virulence frequency of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* and the occurrence of powdery mildew on four winter barley cultivars. *J Plant Prot Res* 46(3): 221-230.
- Walters, D.R., Avrova, A., Bingham, I.J., Burnett, F.J., Fountaine, J., Havis, N.D., Hoad, S.P., Hughes, G., Looseley, M., Oxley, S.J.P., Renwick, A., Topp, C.F.E., Newton, A.C. (2012). Control of foliar diseases in barley: towards an integrated approach. *Eur J Plant Pathol* 133(1): 33-73.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res* 14: 415-421.

### Podziękowania

Przedstawione wyniki zostały otrzymane w ramach badań prowadzonych w programie Dotacja Celowa Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi na lata 2021 i 2022, Zadanie 3.4 Nowe źródła genetyczne i celowane markery molekularne dla hodowli odpornościowej jęczmienia.