

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

SYLWIA OKOŃ, TOMASZ OCIEPA, EDYTA PACZOS-GRZĘDA,
KRZYSZTOF KOWALCZYK

**Analiza poziomu odporności polskich odmian
owsa zwyczajnego (*Avena sativa* L.)
na mączniaka prawdziwego
(*Blumeria graminis* DC. f. sp. *avenae* Em. Marchal.)**

Analysis of the level of resistance of Polish oat cultivars (*Avena sativa* L.) to
powdery mildew (*Blumeria graminis* DC. f. sp. *avenae* Em. Marchal.)

Streszczenie. Zwiększenie odporności odmian uprawnych na choroby grzybowe jest obecnie jednym z podstawowych problemów hodowli roślin zbożowych. Celem pracy było określenie poziomu odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego. Przedmiotem analiz było 30 polskich odmian owsa zwyczajnego znajdujących się na liście odmian uprawnych. Analizę odporności prowadzono z użyciem testów żywiciel-patogen, wykorzystując 12 izolatów mączniaka prawdziwego pochodzących z różnych części kraju. Przeprowadzone badania wykazały, że odporność polskich odmian owsa zwyczajnego kształtuje się na bardzo niskim poziomie. Wśród analizowanych odmian jedynie 3 zawierały zdefiniowane geny odporności na mączniaka prawdziwego. W odmianie Rajtar zidentyfikowano gen *Pm6*, w odmianie Gniady – gen *Pm1*, a w odmianie Deresz – gen *Pm3*. Żadna z testowanych odmian nie posiadała obecnie najbardziej efektywnych genów *Pm4* i *Pm7*.

Słowa kluczowe: *Avena sativa*, geny odporności, mączniak prawdziwy

WSTĘP

Owies zwyczajny (*Avena sativa* L.) jest rośliną powszechnie uprawianą na całym świecie. Największymi producentami owsa według GUS są: Rosja, Kanada, USA, Australia, Ukraina i Chiny. Do największych producentów tego zboża w Europie należy m.in. Polska, która z powierzchnią zasiewów sięgającą 500 tysięcy hektarów plasuje się na trzecim miejscu (5,9% produkcji). Owies zwyczajny znajduje szerokie zastosowanie przede wszystkim jako pasza dla zwierząt, jednakże ze względu na dużą wartość odżywczą i cenny skład chemiczny ziarna wykorzystywany jest również w żywieniu ludzi, m.in. do produkcji płatków, kaszy czy otrąb [Maciejewicz-Ryś i Sokół 1999, Petkov i in. 1999, Bartnikowska i in. 2000]. Znalazł on również zastosowanie w przemyśle farmaceutycz-

nym i kosmetycznym – do produkcji preparatów do pielęgnacji skóry, włosów i paznokci [Jasińska i Kotecki 1999]. Owies zwyczajny może być również wykorzystywany do celów energetycznych [Janowicz 2006, Kwaśniewski 2010]. Zasluguje także na uwagę jako roślina fitosanitarna w płodozmianach zbożowych [Pawłowska i in. 1999].

Owies zwyczajny jest zbożem wrażliwym na wiele chorób, które mogą w istotny sposób obniżyć wysokość i jakość plonów. Do najgroźniejszych chorób owsa należy m.in. mączniak prawdziwy powodowany przez grzyb pasożytniczy *Blumeria graminis* DC. f. sp. *avenae* Em. Marchal. Choroba ta występuje powszechnie w Europie i Ameryce Północnej, stanowi również coraz większe zagrożenie w krajach Europy Wschodniej, w tym w Polsce [Aung i in. 1977, Schwarzbach i Smith 1988, Šebesta i in. 2003]. Straty plonu ziarna owsa powodowane przez mączniaka prawdziwego wynoszą od 5 do 10%, a w latach sprzyjających infekcji mogą sięgać nawet 40% [Clifford 1995, Hsam i in. 1997]. Straty w produkcji zbóż powodowane przez choroby grzybowe, w tym mączniaka prawdziwego, można ograniczyć poprzez odpowiednie zabiegi agrotechniczne, takie jak właściwie ułożone płodozmiany, odpowiedni dobór gatunków i odmian do uprawy, uprawa zasiewów mieszanych i stosowanie mieszanin odmian o różnym stopniu odporności oraz poprzez integrowane systemy uprawy i ochrony roślin [Czembor i Gacek 1995, Strzembicka i in. 1998, Gacek 2000]. Jednakże najskuteczniejszą metodą kontrolowania i ograniczania skutków porażenia przez mączniaka prawdziwego jest wprowadzenie do uprawy odmian z genetycznie uwarunkowaną odpornością [Feuillet i Keller 1998].

Celem pracy było określenie poziomu odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego oraz identyfikacja opisanych dotychczas genów odporności na ten patogen w analizowanych odmianach za pomocą testów żywiciel–patogen.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań było 30 polskich odmian owsa zwyczajnego znajdujących się aktualnie na liście odmian uprawnych COBORU (tab. 1)

Testy żywiciel–patogen wykonano na pierwszych liściach 10-dniowych siewek. Fragmenty liści wykładano na 12 dołkowe płytki wypełnione do połowy agarem z dodatkiem benzimidazolu (6 g agaru na 1 l wody oraz 35 mg·l⁻¹ benzimidazolu). Do pierwszego i ostatniego dołka każdej płytki wykładano formy kontrolne w kolejności: Fuchs – odmiana podatna na porażenie mączniakiem, odmiana Jumbo z genem *Pm1*, Mostyn z genem *Pm3*, linia Av1860 z genem *Pm4*, odmiana Bruno z genem *Pm6* i linia APR122 z genem *Pm7*. Płytki z fragmentami liści inokulowano w wieży inokulacyjnej, umieszczając ok. 500–700 zarodników mączniaka prawdziwego na 1 cm². Następnie szalki umieszczano w fitotronie, w temperaturze ok. 17°C przy natężeniu światła ok. 4 klx.

Po dziesięciu dniach od inokulacji izolatami mączniaka prawdziwego określono porażenie liści w skali 5-stopniowej (gdzie 0 oznacza brak porażenia, a 4 porażenie, w którym grzybnia zajmuje powyżej 50% powierzchni liścia). Wyróżniono trzy klasy reakcji na zastosowane izolaty. Odporna – gdy infekcja względem odmiany podatnej wynosiła 0–20%, pośrednia – jeśli infekcja względem odmiany podatnej wynosiła ok. 20–50% i wrażliwa – gdy stopień infekcji był powyżej 50%.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych odmian owsa zwyczajnego
Table 1. Characteristics of the analyzed oat cultivars

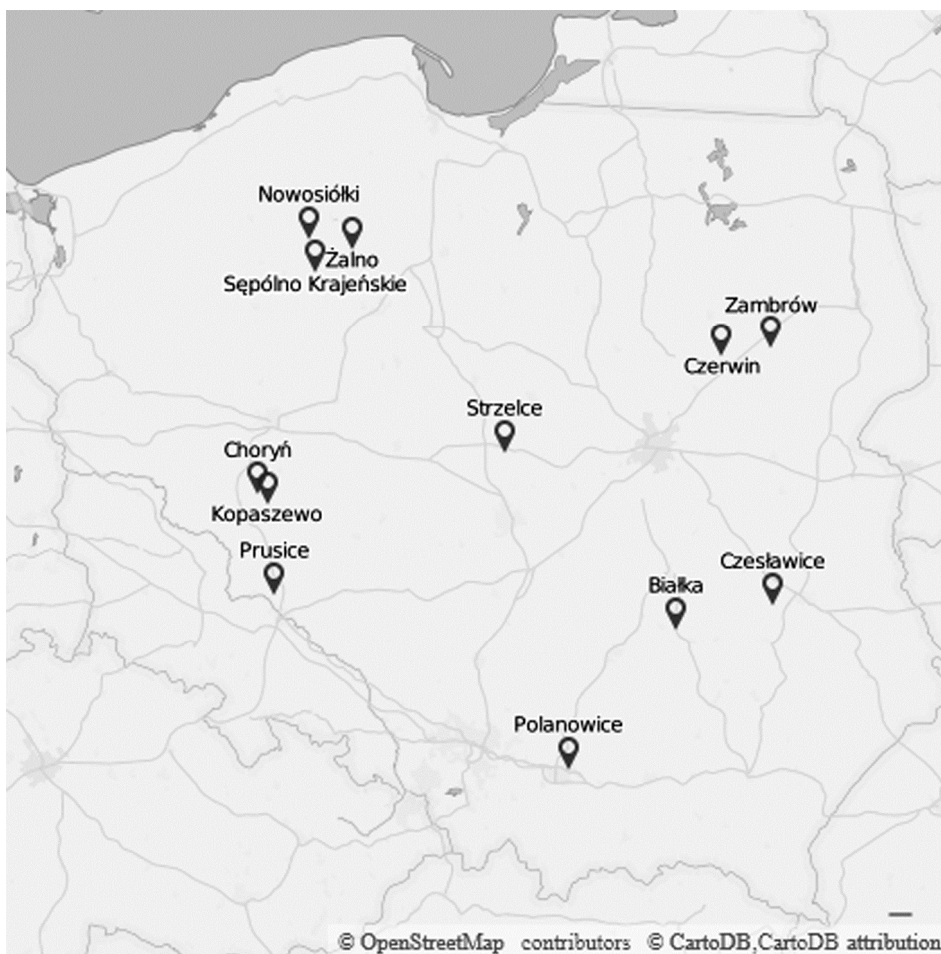
Odmiana Cultivar	Hodowca Breeder	Odporność polowa na mączniaka prawdziwego (w skali 9°) Resistance under field conditions to powdery mildew (acc. 9° scale)
Arab	DANKO HR	7,5
Arden	DANKO HR	7,8
Arkan	DANKO HR	8,0
Berdysz	DANKO HR	7,7
Bingo	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,7
Borowiak	Małopolska Hodowla Roślin	-
Breton	DANKO HR	7,5
Celer	Małopolska Hodowla Roślin	7,7
Chwat	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,7
Deresz	DANKO HR	7,5
Elegant	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,4
Furman	DANKO HR	7,7
Gniady	DANKO HR	7,8
Grajcar	Małopolska Hodowla Roślin	-
Haker	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,0
Harnaś	Małopolska Hodowla Roślin	7,7
Kasztan	Małopolska Hodowla Roślin	-
Komfort	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,9
Koneser	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,8
Krezus	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,6
Maczo	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,0
Nawigator	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,1
Paskal	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,1
Polar	Hodowla Roślin „Strzelce”	8,0
Rajtar	DANKO HR	7,9
Romulus	DANKO HR	-
Siwek	Małopolska Hodowla Roślin	8,1
Sławko	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,6
Szakal	Hodowla Roślin „Strzelce”	7,6
Zuch	DANKO HR	7,2

Ocena dokonana na podstawie porejestrowych doświadczeń odmianowych prowadzonych przez COBORU [http://www.coboru.pl/DR/charaktodmiany.aspx]: 9 – odmiana całkowicie odporna, 0 – odmiana wrażliwa
The rating is based on the observation conducted by COBORU [http://www.coboru.pl/DR/charaktodmiany.aspx]
9 – resistant cultivar, 0 – susceptible cultivar

Testy żywiciel-patogen przeprowadzono, wykorzystując 12 izolatów mączniaka prawdziwego, charakteryzujących się zróżnicowanym wzorem porażenia zestawu linii i odmian kontrolnych oraz zróżnicowanym pochodzeniem.

WYNIKI

Izolaty mączniaka prawdziwego pozyskano z populacji patogenu zebranych w różnych częściach kraju (rys. 1). W warunkach laboratoryjnych z każdej lokalizacji wyprodukowano jednozarodnikowe izolaty, które wykorzystano do testów żywiciel–patogen na zestawie linii i odmian kontrolnych. Do analizy poziomu odporności polskich odmian owsa zwyczajnego na mączniaka prawdziwego wybrano 12 izolatów charakteryzujących się zróżnicowanym poziomem porażenia genotypów ze zdefiniowanymi genami odporności (tab. 2). Wyselekcjonowane izolaty mączniaka prawdziwego pozwoliły na identyfikację w badanym materiale genów *Pm1*, *Pm3*, *Pm4*, *Pm6* i *Pm7*.



Rys. 1. Pochodzenie izolatów mączniaka prawdziwego
wybranych do testów żywiciel–patogen

Fig. 1. Origin of powdery mildew isolates selected to host-pathogen test

Tabela 2. Wzory porażenia zestawu linii i odmian kontrolnych przez wybrane izolaty mączniaka prawdziwego

Table 2. Infection patterns of set of lines and control cultivars by the selected isolates of powdery mildew

Izolaty mączniaka prawdziwego Powdery mildew isolates	Bruno	Jumbo	Mostyn	Av1860	APR 122	Fuchs
	Pm6	Pm1	Pm3	Pm4	Pm7	-
Kopaszewo 2015 (1) PK	W	W	W	O	O	W
Sępólno Krajeńskie 2014	W	W	W	O	O	W
Strzelce 2015(2)	W	W	P	O	O	W
Choryń 2014 (4) PK	W	W	W	O	O	W
Nowosiółki 2015	O	P	P	O	O	W
Czesławice 2015 (2)	P	O	W	O	O	W
Czerwin 2015	W	W	W	O	O	W
Żalno 2015 PK2	W	W	W	O	O	W
Polanowice 2015 (3)	W	W	W	O	O	W
Białka 2014 (1)	W	O	W	O	O	W
Prusice 2015	O	P	P	O	O	W
Zambrów 2014 (1)	W	W	W	O	O	W

Odpowiedź roślin na atak patogenu: W – wrażliwa, P – pośrednia, O – odporna

Plants response to the pathogen attack: W – susceptible, P – intermediate, O – resistance

Tabela 3. Wzory porażenia odmian owsa zwyczajnego wykazujących wrażliwość lub umiarkowaną odporność na mączniaka prawdziwego.

Table 3. Infection patterns of common oat cultivars showing susceptible or intermediate response to powdery mildew isolates

Odmiana Cultivar	Izolaty mączniaka prawdziwego Powdery mildew isolates											
	Kopaszewo 2015 (1) PK	Sępólno Krajeńskie 2014	Strzelce 2015 (2)	Choryń 2014 (4) PK	Nowosiółki 2015	Czesławice 2015 (2)	Czerwin 2015	Żalno 2015 PK2	Polanowice 2015 (3)	Białka 2014 (1)	Prusice 2015 PK	Zambrów 2014(1)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Arab	W	W	W	W	W	W	W	W	W	P	W	W
Arden	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Arkan	W	W	W	W	P	W	W	W	W	P	W	W
Berdysz	W	W	W	W	W	W	P	W	W	W	W	W
Bingo	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Borowiak	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Breton	P	W	W	W	W	W	W	P	W	W	W	W
Chwat	W	W	W	W	W	W	W	W	P	W	W	P

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Elegant	P	W	W	W	W	W	W	W	P	P	W	W
Furman	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	P	W
Grajcar	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Haker	W	W	W	W	P	W	W	W	W	P	W	W
Komfort	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	P	W
Koneser	P	P	W	W	P	W	W	P	W	P	W	W
Krezus	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Paskal	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Polar	P	W	W	W	P	W	W	W	W	W	W	W
Romulus	P	W	P	W	P	P	W	W	W	P	W	W
Siwek	P	W	W	W	W	W	W	W	W	P	W	W
Sławko	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Szakał	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Zuch	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W

Odpowiedź roślin na atak patogenu: W – wrażliwa, P – pośrednia, O – odporna

Plants response to the pathogen attack: W – susceptible, P – intermediate, O – resistance

Tabela 4. Wzory porażenia odmian owsa zwyczajnego wykazujących odporność na mączniaka prawdziwego.

Table 4. Infection patterns of common oat cultivars showing resistance to powdery mildew isolates

Odmiana Cultivar	Izolaty mączniaka prawdziwego Powdery mildew isolates											Postulowane geny odporności na mączniaka prawdziwego The proposed resistance genes to powdery mildew	
	Kopaszewo 2015 (1) PK	Sepólno Krajeńskie 2014	Strzelce 2015 (2)	Choryń 2014 (4) PK	Nowosiółki 2015	Czesławice 2015 (2)	Czerwin 2015	Żalno 2015 PK2	Polanowice 2015 (3)	Białka 2014 (1)	Prusice 2015 PK		Zambrów 2014(1)
Celer	W	W	W	W	P	P	O	W	O	O	W	P	<i>U</i>
Deresz	W	W	O	W	W	W	W	P	W	P	W	P	<i>Pm3</i>
Gniady	P	W	W	W	W	P	P	W	W	O	W	W	<i>Pm1</i>
Harnaś	W	O	P	W	O	P	W	O	P	P	O	P	<i>Pm6+U</i>
Kasztan	W	P	W	P	W	W	O	P	W	O	W	P	<i>U</i>
Maczo	P	W	W	W	P	P	W	P	W	W	O	W	<i>U</i>
Nawigator	P	P	P	W	P	W	W	W	P	P	P	W	<i>U</i>
Rajtar	W	W	W	W	O	W	W	W	W	W	O	W	<i>Pm6</i>

Odpowiedź roślin na atak patogenu: W – wrażliwa, P – pośrednia, O – odporna

Plants response to the pathogen attack: W – susceptible, P – intermediate, O – resistance

Spośród testowanych 30 polskich odmian owsa zwyczajnego 22 wykazały całkowitą wrażliwość lub odpowiedź pośrednią na pojedyncze izolaty mączniaka prawdziwego zastosowane w doświadczeniu (tab. 3). Przeprowadzone testy pozwoliły na identyfikację obecności genów odporności w polskich odmianach owsa zwyczajnego. Porównanie profili porażenia linii i odmian kontrolnych z profilami porażenia analizowanych odmian pozwoliło na identyfikację genu *Pm6* w odmianie Rajtar, genu *Pm1* w odmianie Gniady i genu *Pm3* w odmianie Deresz (tab. 4). Wzór porażenia odmiany Harnaś pozwala przypuszczać, iż odmiana ta posiada gen *Pm6* połączony z innym, niezidentyfikowanym genem lub genami odporności. Wzory porażenia uzyskane dla odmian Maczo, Nawigator, Kasztan i Celer nie pasowały do wzorów porażenia linii i odmian kontrolnych, można więc przypuszczać, że posiadają one kombinacje różnych genów odporności (tab. 4). Odmiany te były odporne na pojedyncze izolaty mączniaka prawdziwego. Odmiany Nawigator i Maczo odporne były na dwa izolaty pochodzące z zachodniej części kraju, odmiana Kasztan – na izolaty pochodzące ze wschodniej części Polski. W żadnej z testowanych odmian owsa zwyczajnego nie zidentyfikowano genów *Pm4* i *Pm7*.

DYSKUSJA

Nieustanne zmiany w środowisku naturalnym niosą za sobą potrzebę dokładnej charakterystyki odmian uprawnych w kontekście ich odporności na różnego rodzaju choroby grzybowe, m.in. na mączniaka prawdziwego. Dotyczy to zarówno odmian niedawno wprowadzonych do krajowego rejestru, jak i tych, które widnieją w nim od dłuższego czasu. Za podstawowe narzędzie służące do identyfikacji odporności na mączniaka prawdziwego w owsie uznaje się test żywiciel–patogen [Hsam i in. 1997, 1998, Hsam i Zeller 1998, Kowalczyk i in. 2004, Okoń 2012]. W dostępnej literaturze niewiele jest doniesień naukowych o podejmowanych próbach przyporządkowania genu/ów odporności na mączniaka prawdziwego do polskich odmian owsa zwyczajnego. Pierwszą próbę podjęli Hsam i in. [1998], którzy oceniali odporność odmian owsa zwyczajnego pochodzących z krajów północnej i wschodniej Europy; spośród analizowanych odmian 71 pochodziło z Polski. Autorzy przypisali odmiany Dragon i Boruta do grupy odporności 1 (OMR1). Pozostałe odmiany analizowane przez autorów były wrażliwe na mączniaka prawdziwego. Kowalczyk i in. [2004] podjęli próbę przyporządkowania polskich odmian owsa zwyczajnego do grupy odporności 2 (OMR2). Autorzy wykorzystali izolat mączniaka prawdziwego awirulentny wobec tej grupy odporności. Przeprowadzone badania wykazały, iż odmiana Skrzat przejawiała identyczny schemat porażenia co odmiana kontrolna Jumbo. Innym modelem porażenia charakteryzowały się w tym przypadku odmiany Deresz, Dragon i Hetman. Z kolei w badaniach prowadzonych przez Okoń [2012] udało się przyporządkować wspomniane odmiany do odpowiedniej grupy odporności. Odmiany Deresz i Hetman wykazywały identyczną odpowiedź na porażenie mączniakiem prawdziwym jak odmiana kontrolna Mostyn klasyfikowana do 3 grupy odporności (OMR3). Odporność grupy 1 (OMR1) stwierdzono w odmianie Dragon. Potwierdzono natomiast przynależność odmiany Skrzat do grupy OMR2. Należy wspo-

mniej, iż wśród analizowanych odmian nie zidentyfikowano genotypów posiadających odporność charakterystyczną dla grupy 4 (OMR4).

W prezentowanej pracy przetestowano 30 polskich odmian owsa zwyczajnego wpisanych do krajowego rejestru odmian. Porównanie wzorów porażenia zestawu linii i odmian kontrolnych z wzorami porażenia analizowanych odmian uprawnych potwierdziło wynik uzyskany przez Kowalczyka i in. [2004], wskazujący, iż odmiana Deresz posiada gen odporności *Pm3* (OMR3). Przeprowadzone testy wykazały, że odmiana Gniady posiada gen odporności *Pm1* (OMR2), natomiast odmiana Rajtar – gen *Pm6*. Odmiana Harnaś wykazała wzór porażenia wskazujący na połączenie w jej genomie genu *Pm6* z innym genem lub genami odporności, których nie można było zidentyfikować na podstawie przeprowadzonych testów odporności. Analizy efektywności genów odporności na mączniaka prawdziwego w owsie prowadzone przez Okoń [2015] wykazały, że zidentyfikowane w polskich odmianach geny odporności *Pm1*, *Pm3* i *Pm6* są obecnie nieefektywne w stosunku do istniejących ras patogenów. Odporność warunkowana tymi genami utrzymuje się jedynie na niewielkich obszarach kraju, ale jest niewystarczająca do zapewnienia efektywnej ochrony odmian przed patogenem. Odmiany Maczo, Nawigator, Kasztan i Celer były odporne na pojedyncze izolaty mączniaka prawdziwego zastosowane w testach żywiciel–patogen, jednakże wzory porażenia nie pasowały do żadnego z opisanych genów odporności. Zaznaczyć należy, iż odmiany te były odporne na izolaty o podobnym pochodzeniu geograficznym, co może wskazywać na to, że odporność w tych odmianach nie została przełamana tylko przez patogen z określonych części kraju. Odmiany Nawigator i Maczo odporne były na dwa izolaty pochodzące z zachodniej części kraju, odmiana Kasztan zaś – na izolaty pochodzące z Polski wschodniej. Biorąc pod uwagę ciągle zmiany w populacji patogenu oraz to, że odmiany były odporne na pojedyncze izolaty mączniaka prawdziwego, można przypuszczać, że odporność tych odmian również nie będzie utrzymywała się na wysokim poziomie.

Badania prowadzone przez Okoń [2015] wykazały, że obecnie najbardziej efektywnymi genami przeciwko mączniakowi prawdziwemu w owsie są geny *Pm4* i *Pm7*. Niestety geny te nie były do tej pory wykorzystane w programach hodowlanych owsa w Polsce [Hsam i in 1998, Kowalczyk i in. 2004, Okoń 2012].

Ze względu na coraz częstsze sygnały o występowaniu ognisk tej choroby na terenie różnych części kraju należy poczynić kroki w celu wprowadzenia do form uprawnych efektywnych genów odporności na mączniaka prawdziwego. Ponadto należy zwrócić uwagę na konieczność poszukiwania efektywnych genów odporności wśród dzikich form owsa w celu podnoszenia poziomu odporności odmian uprawnych.

WNIOSKI

1. Odporność na mączniaka prawdziwego wśród polskich odmian owsa kształtuje się na bardzo niskim poziomie. W przeprowadzonym doświadczeniu ponad 80% odmian wykazało pośrednią odpowiedź na pojedyncze izolaty lub było całkowicie wrażliwe na zastosowane izolaty mączniaka prawdziwego pochodzące z różnych regionów Polski.

2. Polskie odmiany są słabo scharakteryzowane pod względem przynależności genu/genów odporności na mączniaka do poszczególnych odmian. Wśród 30 analizowa-

nych odmian jedynie 3 zawierały zdefiniowane geny odporności na mączniaka prawdziwego. Z kolei w przypadku 5 innych odmian nie udało się jednoznacznie określić, jaki gen lub kombinację genów warunkującą odporność na mączniaka zawierają w swoim genomie.

3. W żadnej z testowanych odmian nie stwierdzono obecności genów *Pm4* i *Pm7*, które są obecnie najbardziej efektywne.

PIŚMIENNICTWO

- Aung T., Thomas H., Jones 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.
- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M., 2000. Ziarno owsa – nieocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. *Biuletyn IHAR* 215, 209–223.
- Clifford B.C., 1995. Diseases, pest and disorders of oat. In: R.W. Welch (ed.), *The Oat Crop*, Chapman & Hall, London, 252–278.
- Czembor H.J., Gacek E.S., 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. *Mat. II Krajowego Sympozjum: Odporność roślin na choroby, szkodniki i niesprzyjające czynniki środowiska*. IHAR, Radzików, 12–14 września 1995, 39–48.
- Feuillet C., Keller B., 1998. Molecular aspects of biotic stress resistance in wheat. *Proc. 9th Int. Wheat Genet. Symp.*, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, Oral Presentations 1, 171–177.
- Gacek E.S., 2000. Wykorzystanie różnorodności genetycznej roślin w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. *Post. Nauk Rol.* 5, 17–25.
- Hsam S.L.K., Pederina E., Gorde S., Zeller F.J., 1998. Genetic studies of powdery mildew resistance in cultivated oat (*Avena sativa* L.). II. Cultivars and breeding lines grown in Northern and Eastern Europe. *Hereditas* 129, 227–230.
- Hsam S.L.K., Peters N., Paderina E.V., Felsenstein F., Oppitz K., Zeller F.J., 1997. Genetic studies of powdery mildew resistance in common oat (*Avena sativa* L.). I. Cultivars and breeding lines grown in Western Europe and North America. *Euphytica* 96, 421–427.
- Hsam S.L.K., Zeller F.J., 1998. Chromosomal location of genes for resistance to powdery mildew in cultivated oat (*Avena sativa* L.). 1. Gene Eg-3 in the cultivar 'Mostyn'. *Plant Breed.* 117, 177–178.
- <http://www.coboru.pl/DR/charaktodmiany.aspx>.
- Janowicz L., 2006. Ciepło z ziarna. *Agroenergetyka* 1(15), 38–41.
- Jasińska Z., Kotecki A., 1999. *Szczegółowa uprawa roślin*. T. 1. Wrocław.
- Kowalczyk K., Hsam S.L.K., Zeller F.J., 2004. Identification of oat powdery mildew resistance group 2 (OMR2) and Polish common oat (*Avena sativa* L.) cultivars. *Workshop „Resistance of cereals to biotic stresses”*, Radzików, Poland 28.11–1.12.2004, 122–125.
- Kwaśniewski D., 2010. Produkcja i wykorzystanie ziarna owsa jako odnawialnego źródła energii. *Probl. Inż. Rol.* 3, 95–101.
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K., 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 1 (18), 273–277.
- Okoń S., 2012. Identification of powdery mildew resistance genes in Polish common oat (*Avena sativa* L.) cultivars using host-pathogen tests. *Acta Agrobot.* 65, 63–68.
- Okoń S., 2015. Effectiveness of resistant genes to powdery mildew in oat. *Crop Prot.* 74, 48–50.

- Pawłowska J., Kozłowska-Ptaszyńska Z., Zych J., 1999. Charakterystyka i technologia odmian owsa. Puławy–Radzików–Słupia Wielka, 3–5.
- Petkov J., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A. 1999. Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. *Żywność* 1 (18), supl., 253–259.
- Schwarzbach E., Smith I.M., 1988. *Erysiphe graminis* DC. W: I.M. Smith, J. Dunez, R.A. Lelliott, D.H. Philips, S.A. Archer (eds.), *European Handbook of Plant Diseases*, Blackwell, Oxford.
- Šebesta J., Zwatz B., Roderick H., 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.
- Strzembicka A., Gacek E., Węgrzyn S., Nadziak J. 1998. Powdery mildew intensity, grain yield and its stability of the mixtures of spring wheat cultivars. *Plant Breed. Seed Sci.* 42, 47–55.

Badania finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi w ramach programu badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej – zadanie nr 91 pt. „Identyfikacja i lokalizacja markerów DNA dla wybranych genów odporności na mączniaka prawdziwego w owsie zwyczajnym oraz piramidyacja efektywnych genów odporności w genomie owsa”.

Summary. Raising the resistance level of cultivated cultivars to fungal diseases is now one of the most important problems of cereal breeding. The aim of this study was to determine the resistance level in Polish oat cultivars to powdery mildew. The subject of the analysis were 30 Polish oat cultivars included into Polish National List of COBORU. The analysis was carried out using the host-pathogen test, based on 12 powdery mildew isolates from different parts of the country. The study showed that the resistance of Polish oat cultivars is at a very low level. Among the analyzed cultivars only 3 cultivars, containing the defined resistance genes to powdery mildew, were identified. Variety Rajtar contained *Pm6* gene, while cultivars Gniady *Pm1* and Deresz contained *Pm3* gene. None of the tested cultivars have *Pm4* and *Pm7* genes, which are currently the most effective genes against powdery mildew.

Key words: *Avena sativa*, resistance genes, powdery mildew