

HENRYK J. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Odporność krajowych odmian jęczmienia ozimego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*)

Resistance of native winter barley cultivars to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*)

Przedstawiono genetyczne uwarunkowania odporności na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) u 10 polskich odmian jęczmienia ozimego wpisanych do Rejestru Odmian w Polsce. Wszystkie odmiany mają jeden lub więcej genów odporności związanych z loci Mlra, Mla6, Mla13, MLa i MlBw. Na populację mączniaka występującą w Polsce wszystkie odmiany są podatne. Nieco mniej porażane są odmiany z genem MLa.

Słowa kluczowe: jęczmień, mączniak prawdziwy, odporność odmian

Genetic resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) of 10 cultivars of winter barley from Polish Official List is presented. All cultivars have one or more genes for resistance in loci Mlra, Mla6, Mla13, MLa and MlBw. All cultivars are susceptible to powdery mildew population in Poland. Only cultivars with gene MLa have some level of resistance.

Key words: barley, powdery mildew, resistance of cultivars

WPROWADZENIE

Jęczmień ozimy w Polsce ma mniejsze znaczenie ekonomiczne, uprawia się go na pięciokrotnie mniejszej powierzchni od jęczmienia jarego (Anonymous, 2002). Z uwagi na warunki klimatyczne uprawa jęczmienia ozimego skoncentrowana jest w zachodniej części Polski i w tych rejonach odporność na patogeny uprawianych odmian ma istotne znaczenie dla wysokości oraz stabilności plonowania. Ograniczeniu strat w plonie i jakości ziarna można przeciwdziałać przez stosowanie w produkcji odpowiednich fungicydów, uprawę odmian odpornych i wykorzystanie naturalnych mechanizmów współzależności między sobą roślin, patogenów i środowiska (Czembor, Gacek 1990, Gacek 1990). Stosowanie fungicydów, nawet w krajach wysoko rozwiniętych budzi zastrzeżenia natury ekonomiczne (wysokie koszty produkcji) a przede wszystkim ekologicznej. We współcześnie stosowanych agroekosystemach pierwszorzędne znaczenie ma ograniczanie

chemicznych środków ochrony roślin na rzecz wykorzystania odporności roślin na stresy biotyczne i abiotyczne (Gacek i in., 1996). Uprawa odmian odpornych o możliwie zróżnicowanym uwarunkowaniu genetycznym ich odporności jest jednym z ważniejszych elementów nowoczesnej proekologicznej produkcji roślinnej. Nie bez znaczenia jest również fakt, że plantacje jęczmienia ozimego stanowią pomost infekcyjny między sezonami wegetacyjnymi (Jensen, Jorgensen, 1981; Czembor, 1984; Wolfe, McDermott, 1994).

W pracy przedstawiono genetyczne uwarunkowania odporności odmian jęczmienia ozimego krajowej hodowli na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) na tle patogeniczności aktualnej populacji mączniaka i ważniejszych źródeł odporności.

PATOGENICZNOŚĆ *BLUMERIA GRAMINIS* F. SP. *HORDEI*

Populacja *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* złożona jest z wielu patotypów o mniej lub bardziej złożonych kombinacjach wirulencji i awirulencji w stosunku do uprawianych odmian. W badaniach krajowych w ostatnich latach zidentyfikowano wiele patotypów mączniaka na zestawie 25 linii izogenicznych i 8 odmianach różnicujących. Ważniejsze z nich przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Ważniejsze geny patogeniczności w populacji *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* w Polsce (Czembor i Czembor, 2004)

Important virulence genes in population of *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* in Poland (Czembor and Czembor, 2004)

Częstotliwość genów patogeniczności (%) Frequency of pathogenicity genes (%)				
100–75	74–50	49–25	24–1	0,0
<i>Vra</i> , <i>V(Ab)</i>	<i>V(Kr)</i> , <i>Va13</i>	<i>Va22</i> , <i>Va9</i>	<i>V(Tu2)</i>	<i>Vo5</i> , <i>Va23</i> ,
<i>V(La)</i> , <i>Vh</i> ,	<i>Va10</i> , <i>V(IM9)</i>	<i>Va3</i> , <i>Va1</i>		<i>Vp</i>
<i>Vg</i> , <i>Va7</i> ,	<i>Va7</i> + <i>Vk</i>	<i>Vat</i>		
<i>Va7</i> + <i>V(LG2)</i> ,	<i>Va10</i> , <i>V(Du2)</i>	<i>V(St1)</i>		
<i>V(Bw)</i> ,	<i>Vnn</i> , <i>Vk</i>			
<i>Va12</i> , <i>Va6</i> , <i>Va14</i>				

Dane te wskazują na dużą genetyczną różnorodność krajowej populacji patogena. Powszechnie jest występowanie w populacji mączniaka genów patogeniczności w stosunku do znanych i używanych w hodowli genów odporności, jak: *Mlg*, *Mla6*, *Mla7*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *MI(Bw)*, *MI(La)*, *MIra*. Metodą ruchomych szkółek Gacek i Czembor (1988) stwierdzili, że w naturalnej populacji *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* występują wirulencje zdolne do porażania niemal wszystkich znanych źródeł odporności jęczmienia na mączniaka. Z największą częstotliwością, rzędu 70–100%, występowały wirulencje korespondujące ze źródłami Pflug Intensive (*Mlg/MIcP*), Spontaneum (*Mla6*), Lyallpur (*Mla7*), Emir (*Mla12*) i Borwina (*MI(Bw)*). Podobnie jak w świecie, nie stwierdzono w Polsce występowania patogeniczności typu *Vo* (Czembor i Czembor, 2004; Hovmoller i in., 2000).

Znaczna liczba patotypów świadczy o dużej zdolności przystosowywania się populacji mączniaka do zmian zachodzących w doborze odmian do uprawy, a mające nowe geny odporności (Czembor, 1981; Czembor, Kudła, 1984; Gacek, Czembor, 1988). Poza nielicznymi wyjątkami, jak odporność typu *Mlo* czy też *MI(La)*, patogen w stosunkowo krótkim czasie reaguje tworzeniem i rozprzestrzenianiem się patotypów zdolnych do porażania nowych odpornych odmian (Van der Plank, 1968; Czembor, 1976; Czembor 1981; Czembor, Kudła, 1984; Hovmoller i in., 2000). Dynamika rozprzestrzeniania się nowych kombinacji wirulencji jest dodatnio skorelowana z dynamiką rozprzestrzeniania się odmian z nowymi genami odporności (Jorgensen, Torp, 1978; Wolfe, McDarmott, 1994).

GENETYCZNE UWARUNKOWANIE ODPORNOŚCI ODMIAN NA PORAZENIE PRZEZ
BLUMERIA GRAMINIS F.SP. *HORDEI*

W tabeli 2 przedstawiono 10 polskich odmian jęczmienia ozimego wpisanych do Rejestru Odmian w Polsce, w latach 1987 do 2003. Wszystkie odmiany wymienione w tabeli 2 mają geny odporności na mączniaka związane z 4 loci, tj. z *Mlra*, *Mla*, *MI(Bw)* i *MI(La)*.

Tabela 2

Geny odporności na mączniaka u polskich odmian jęczmienia ozimego (Anonymous, 2003 a)
Resistance genes to powdery mildew of Polish winter barley varieties (Anonymous, 2003 a)

Grupa <i>Mlra</i> Group <i>Mlra</i>	Grupa <i>Mla</i> Group <i>Mla</i>	Grupa <i>MI(Bw)</i> Group <i>MI(Bw)</i>	Grupa <i>MI(La)</i> Group <i>MI(La)</i>
Drop <i>Mlra</i>	Kos <i>Mla6</i> +?	Gregor <i>MI(Bw)</i> +?	Gil <i>MI(La)</i> + <i>Mla13</i>
Paweł <i>Mlra</i>	Horus <i>Mla6</i> +?	Bażant <i>MI(Bw)</i> +?	
Kroton <i>Mlra</i> + <i>Mla6</i>		Bursztyn <i>MI(Bw)</i> +?	
Tramp?(<i>Mlra</i>)			

U kilku odmian jak dotąd nie określono jednoznacznie wszystkich genów warunkujących odporność na zestaw izolatów różnicujących (Czembor i Czembor, 1999, 2001). Ze względu na zakres odporności poszczególnych odmian na znane geny patogeniczności w populacji mączniaka w Polsce (Czembor i Czembor, 2004), można wydzielić 6 jej typów:

1. Odporność typu *Mlra*, (donor: Ragusa b) jest obecna w odmianach Drop, Paweł i prawdopodobnie w Tramp. Odporność pochodząca od Ragusa b była intensywnie wykorzystywana w hodowli jęczmienia ozimego w Niemczech (Jensen, Jorgensen 1981). Odmiany z genem *Mlra* są podatne na większość patotypów występujących w Polsce (Czembor, Czembor, 2001).
2. Odporność typu *Mlra* + *Mla6*, (donor: Ragusa b + *H. spontaneum*) jest obecna w odmianie Kroton. Geny *Mlra* i *Mla6* dziedziczą się niezależnie i różnią się reakcją na zakażenie niektórymi patotypami. Odmiany z genami *Mlra* i *Mla6*, często występujące razem z mało efektywnym genem *Mla14*, są podatne na mączniaka w Polsce (Czembor i Czembor, 2001).

3. Odporność typu *Mla6*, (donor: *H. spontaneum*) została stwierdzona w odmianie Kos. Odporność warunkowana genem *Mla6* jest w starszych europejskich odmianach (Czembor, 1976; Jensen i in., 1992), które są podatne na aktualną populację mączniaka (Czembor i Czembor, 2001).
4. Odporność typu *Mla6* +? (*Mla14*), (donor: *H. spontaneum*) jest w odmianie Horus. Oba geny występują razem w głównych źródłach ich pochodzenia, tj. w odmianie Franger i linii Voldagsen 8141/44. Odmiany z odpornością od *H. spontaneum* są podatne na mączniaka w Polsce (Czembor i Czembor, 2001).
5. Odporność typu *MI(Bw* +?), (donor: Borwina) jest w odmianach Bażant, Bursztyn i Gregor. Odmiana Borwina w latach osiemdziesiątych była dość powszechnie wykorzystywana w programach hodowlanych w Polsce, Czechosłowacji i NRD (Dreiseitl, 1997; Czembor i Czembor, 2001). Korzystano z tej odmiany głównie dla jej wysokiej plenności i dobrej zimotrwałości, a nie jako źródła odporności, ponieważ Borwina jest podatna na większość patotypów występujących w Polsce (Czembor, 1984; Czembor i Czembor, 2001).
6. Odporność typu *MI(La)* + *Mla13*, (donor: *Hordeum laevigatum* + Rupee) jest w odmianie Gil. Obecność genu *MI(La)* warunkuje średnią odporność na mączniaka, polegającą na spowolnieniu i mniejszym nasileniu występowania patogena na zainfekowanych roślinach (Gacek, Czembor, 1983). Gen *Mla13*, często spotykany w odmianach jęczmienia jarego w Europie, ma szerokie spektrum specyficznej odporności (Hovmoller i in., 2000).

DYSKUSJA

W starszych odmianach: Drop, Paweł, Kos, Kroton, Horus, Tramp, dominuje odporność pochodząca od Ragusa b i *Hordeum spontaneum*. W młodszych: Gregor, Bażant, Bursztyn jest odporność typu Borwina. Uwzględniając geny odporności w odmianie Gil (*MI(La)* + *Mla13*), w polskiej hodowli efektywnie (odmiany wpisane do rejestru odmian) wykorzystano 6 typów odporności uwarunkowanych 5 genami lub ich kombinacjami.

Genetyczne uwarunkowania odporności polskich odmian jęczmienia ozimego na mączniaka w części pokrywają się z sytuacją istniejącą w innych krajach europejskich, z których dorobku korzystamy w krajowej hodowli i w doborze odmian do produkcji (Anonymous, 2003 a). W Niemczech na 81 zarejestrowanych odmian w latach 1985 do 2003 roku, w 77 stwierdzono obecność 11 genów, w tym u 16 odmian po dwa różne geny (Anonymous, 2003). Ponad 68% odmian niemieckich ma odporność warunkowaną jednym z trzech genów: *Mla7*, *Mla6* i *Mla3*. Gen *Mla7*, pochodzący od Lyallpur jest obecny przede wszystkim w odmianach dwurzędowych, a takich jest ponad połowa w niemieckim rejestrze. Wśród tej grupy odmian dość często spotyka się gen *MI(St)* z jarej odmiany Steffi (Anonymous, 2003). Oba geny, *Mla7* i *MI(St)* oraz rzadziej spotykane geny *Mla3*, *Mla12*, *MI(Ab)* przeniesiono do form ozimych w celu wyhodowania odmian dwurzędowych browarnych (Dreiseitl, 1997; Hovmoller i in., 2000). W polskim rejestrze nie ma jeszcze odmian dwurzędowych, natomiast w rodach w badaniach rejestrowych są formy

dwurzędowe z odpornością uwarunkowaną genami *Mla7*, *Mla12*, *Mla13*, typowymi dla odmian jarych (Czembor i Czembor, 2001).

W Danii przewaga odporności pochodzącej od Ragusa b i *Hordeum spontaneum* jest znacząca, stanowi ponad 50% z 22 odmian zarejestrowanych. Wśród dwurzędowych odmian, których w rejestrze jest 19, ponad 40% ma geny odporności (*MISt*) i (*Mla7*), pochodzące odpowiednio od Steffi i Lyallpur (Jensen, Lawaetz, 2003).

Z odmian z Wielkiej Brytanii w mniejszym stopniu korzystamy w doborze do produkcji, jednak z uwagi na ich duży potencjał plonowania, a przede wszystkim na wyższą odporność na ryńchosporiozę od innych odmian europejskich (Jones, Newton, 2001), korzystamy z nich w programach hodowlanych. Wśród 19 odmian z Listy Rekomendowanych, 17 ma odporność na mączniaka od Ragusa b, przeważnie w kombinacji z innymi genami: *Mla6*, *Mla7*, *Mla12*, *Mlg/MICP*, *Mlh*, *MILa* (Slater, Clarkson, 2003).

W innych krajach Europy odmiany jęczmienia ozimego mają podobne typy odporności, przeważnie związane z genami *Mr*a, *Mla6*, *MI(Bw)*, *Mlh*, a w nowszych odmianach dwurzędowych *Mla7*, *Mla12* i *MI(St)*. Sporadycznie można spotkać odmiany z genami *Mla3*, *Mla9*, *Mla13*, *MIAb* (Caffier i in., 1996; Hovmoller i in., 2000).

W populacji mączniaka w Polsce występują z różnym nasileniem patotypy wirulentne w stosunku do wszystkich genów obecnych w odmianach krajowych jęczmienia ozimego (tab. 1). Częściej występują patotypy wirulentne w stosunku do odmian starszych z genami *Mlar*, *Mla6*, *MI(Bw)*. Zarejestrowane w Polsce odmiany zagraniczne mają podobne uwarunkowania genetyczne odporności, jak odmiany polskie i wszystkie są podatne na mączniaka. Na osiem odmian, cztery mają gen *Mla6*, jedna *Mla7* i dwie bliżej nieoznaczone (Anonymous, 2003 a).

Geny główne odporności na mączniaka w ciągu ostatnich sześćdziesięciu lat najczęściej znajdowano i wprowadzano do uprawnych z odmian miejscowych (Wiberg, 1974; Jensen, Jorgensen, 1981). Wprowadzanie nowych genów do europejskich odmian jest konieczne, ponieważ często geny warunkujące wysoką odporność nowych odmian w stosunkowo krótkim czasie są nieefektywne w stosunku do nowych genów wirulencji, które pojawiają się w wyniku presji selekcyjnej na populację patogena (Wolfe, McDarmott, 1994). W latach dziewięćdziesiątych, najpierw w Niemczech a później i w innych krajach, rozpoczęto wprowadzanie nowych genów z *H. spontaneum* do programów hodowli odmian jęczmienia ozimego (Kintzios, Fischbeck, 1996). Nowe źródła odporności z *H. spontaneum* na populację mączniaka w Europie mają geny przeważnie związane z locus *Mla* (Jahoor, Fischbeck, 1987; Kintzios, Fischbeck, 1996 a). W tabeli 3 zamieszczono wykaz ważniejszych genów odporności na mączniaka, tych które zostały wykorzystane w przeszłości w europejskiej i polskiej hodowli jęczmienia ozimego oraz nowe geny z *H. spontaneum* aktualnie wprowadzane do materiałów wyjściowych wytwarzanych w IHAR.

Tabela 3

**Geny odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) wykorzystywane w hodowli
jęczmienia ozimego w Polsce**
**Resistance genes of powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) used in Poland for winter barley
breeding**

Geny odporności Resistance genes	Źródło pochodzenia Main donor	Literatura References
<i>Mla</i> 3	Ricardo CI 6303	Czembor, 1976
<i>Mla</i> 6, <i>Mla</i> 14	Voldagsen 8141/44	Czembor, 1976
<i>Mla</i> 7, <i>Mlk</i>	Lyallpur 3645	Czembor, 1984
<i>Mla</i> 12, <i>Mla</i> (Em 2)	Arabische	Jensen i in., 1992
<i>Mla</i> 13, <i>Mla</i> (Ru 3), <i>Mla</i> (Ru 4)	Rupee CI 16155	Jensen i in., 1992
<i>Mla</i> 16	<i>H. spontaneum</i> 1B-54B	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 17	<i>H. spontaneum</i> RS 170-47	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 18	<i>H. spontaneum</i> RS 20-1	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 19	<i>H. spontaneum</i> 1B-86B	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 20	<i>H. spontaneum</i> RS 145-39	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 21	<i>H. spontaneum</i> 1-B15213	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 25	<i>H. spontaneum</i> RS 170-10	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 26	<i>H. spontaneum</i> 1B-20	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 27	<i>H. spontaneum</i> RS 1-8	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 28	<i>H. spontaneum</i> 1B-151	Jahoor i Fischbeck, 1987
<i>Mla</i> 29	<i>H. spontaneum</i> RS 110-4	Kintzios i in., 1992
<i>Ml</i> (Ab)	Sv 83380	Jensen i in., 1992
<i>Ml</i> (Bw)	Borwina	Anonymous, 2003
<i>Mlg</i> , <i>Ml</i> (CP)	Weihenstephan 127422 CI 13125	Czembor, 1984
<i>MlLa</i>	<i>H. laevigatum</i>	Jensen i in., 1992
<i>Mlra</i>	Weihenstephan 41/145	Jensen i Jorgensen, 1981
<i>Ml</i> (St)	Steffi	Anonymous, 2003
<i>Ml</i> (Sl-1)	<i>H. spontaneum</i> Sl-1(RS1-12)	Anonymous, 2003
<i>Mlf</i> , <i>Mlt</i>	<i>H. spontaneum</i> Sl-4(1-B-87)	Anonymous, 2003
<i>Ml</i> (1-B-53)	<i>H. spontaneum</i> (1-B-53)	Anonymous, 2003
<i>Ml</i> (Wl-1)	<i>H. spontaneum</i> Wl-1(RS-142-29)	Anonymous, 2003

LITERATURA

- Anonymous 2002. Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Anonymous 2003. Bundessortenamt, Beschreibende Sortenliste 2003, Getreide, Mais, Ölfruchte, Leguminosen, Hackfruchte. Deutscher Landwirtschaft. GmbH: 40 — 42.
- Anonymous 2003 a. Lista odmian roślin rolniczych 2003. COBORU, Słupia Wielka: 78 — 79.
- Caffier V., Hoffstadt M., Leconte M., de Vallaville-Pope. 1996. Seasonal changes in pathotype complexity in French populations of barley powdery mildew. Plant Pathology 45: 454 — 468.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniaka jęczmienia *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Hod. Rośl. Aklim. 20, z. 5: 466 — 490.
- Czembor H. J. 1981. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* DC ex Merat f.sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1975–1979. Hod. Rośl. Aklim. 25, z. 5/6: 215 — 226.
- Czembor H. J. 1984. Odporność jęczmienia ozimego na mączniaka (*Erysiphe graminis* DC ex Merat f. sp. *hordei*). Hod. Rośl. Aklim. 28, z. 1: 1 — 31.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1999. Powdery mildew resistance in cultivars of winter barley from Polish Register. Plant Breeding and Seed Science 43 (1): 65 — 75.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2001. Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998–2000 in Polish registration trials. Plant Breeding and Seed Science 45 (1): 21 — 41.

- Czembor H. J., Czembor J. H. 2004. Spektrum patogeniczności *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* w Polsce w latach 1999-2001. Biul. IHAR 231: 377 — 386.
- Czembor H. J., Gacek E. 1990. Wybrane problemy hodowli odpornościowej zbóż na choroby. Biul. IHAR 173/174: 53 — 64.
- Czembor H. J., Kudła M. M. 1984. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* DC ex Merat f.sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1975–1979. Hod. Rośl. Aklim. 28, z. 3/4: 219 — 230.
- Dreiseitl A. 1997. Resistance to powdery mildew of barley lines. Genet. a Slecht., 1: 45 — 54.
- Dreiseitl A., Jorgensen J. H. 2000. Powdery mildew resistance in Czech and Slovak barley cultivars. Plant Breed. 119 (3): 203 — 210.
- Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *hordei* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. 34, 5/ 6: 3 — 48.
- Gacek E., Czembor H. J. 1983. Problem wykorzystania genetycznej odporności w hodowli i uprawie mieszanin zbóż ze szczególnym uwzględnieniem jęczmienia. Biul. IHAR 157: 37 — 45.
- Gacek E., Czembor H. J. 1988. Analiza ilościowa struktury populacji mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 167: 13 — 19.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszkach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. Biul. IHAR 200: 203 — 209.
- Hovmoller M. S., Caffier V., Jalli M., Andersen O., Besenhofer G., Czembor J. H., Dreiseitl A., Flath K., Fleck A., Heinrics F., Jonsson R., Limpert E., Mercer P., Plesnik S., Rashal I., Skinnies H., Slater S., Vronska O. 2000. The European barley powdery mildew virulence survey and disease nursery 1993–1999. Agronomie 20 (7): 729 — 744.
- Jahoor A., Fischbeck G. 1987. Genetical studies of resistance to powdery mildew in barley lines derived from *Hordeum spontaneum* collected from Israel. Plant Breeding 99: 265 — 273.
- Jensen H. P., Christensen E., Joergensen J. H. 1992. Powdery mildew resistance genes in 127 Northwest European spring barley varieties. Plant Breeding 108: 210 — 228.
- Jensen H. P., Jorgensen J. H. 1981. Powdery mildew resistance genes in Northwest European winter barley varieties. Kgl. Vet.-og Landbohojsk. Arsskrift, 75 — 102.
- Jensen J. W., Lawaetz E. 2003. Varieties of cereals. Pulse Crops and Oil Seed Crops 2003. Gron Viden. Markburg 278: 20 — 24.
- Jones E. R. L., Newton A. C. 2001. *Rhynchosporium* of barley. UK Cereal Pathogen Virulence Survey 2001 Annual Report: 75 — 85.
- Jorgensen J. H., Torp J. 1978. The distribution of spring barley varieties with different powdery mildew resistance in Denmark from 1960 to 1976. Kgl. Vet.- og Landbohojsk. Arsskr. 1978: 27 — 44.
- Kintzios S., Fischbeck G. 1996. Identification of new sources for resistance to powdery mildew in *H. spontaneum* — derived winter barley lines. Genetic Resources and Crop Evolution. 43: 25 — 31.
- Kintzios S., Fischbeck G. 1996 a. Genetic studies on the powdery mildew resistance of winter barley lines derived from *Hordeum spontaneum* accessions collected in Israel. Genetic Resources and Crop Evolution 43:471 — 479.
- Kintzios S., Jahoor A., Fischbeck G. 1992. New sources of mildew resistance in *Hordeum spontaneum* derived winter barley lines. In: Cereal Rust and Mildew-Proceeding of Eighth European and Mediterranean Conference, 1992, Germany: 311 — 313.
- Slater S. E., Clarkson J. D. S. 2003. Mildew of barley. UK Cereal Pathogen Virulence Survey 2002. Annual Report: 1 — 10.
- Van der Plank J. E. 1968. Disease resistance in plants. Academic Press. New York, London.
- Wiberg A. 1974. Genetical studies of spontaneous sources of resistance to powdery mildew in barley. Hereditas 77: 89 — 148.
- Wolfe M. S., McDarmott J. M. 1994. Population genetics of plant pathogen interactions: the example of the *Erysiphe graminis* — *Hordeum vulgare* pathosystem. Annual Review of Phytopathology 32: 89 — 113.