

DETERMINACE SPEKTER VIRULENCE VYBRANÝCH IZOLÁTŮ *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

A. Dreiseitl, P. Adamcová

Došlo: 19. března 2010

Abstract

DREISEITL, A., ADAMCOVÁ, P.: *Virulence spectra determination in selected Blumeria graminis f. sp. hordei isolates*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 5, pp. 83–90

Virulence spectra for 14 isolates of the barley powdery mildew pathogen considered to be added to the pathogen genebank were determined. The isolates were obtained from a sample of aerial pathogen population collected across the Czech Republic in 2009. The spectra were determined on 28 barley varieties, possessing mostly specific resistance genes and inoculated with the isolates examined. Based on differentiation among each other, all 14 isolates showed their originality. None of the isolates exhibited increased pathogenicity to a variety with the non-specific resistance gene *mlo9*. All isolates were virulent on varieties carrying specific resistance genes *Mla8* and *Mla9*, and in contrast, none of the isolates was virulent on a variety with the gene *Mla23* and with a combination of genes *Mla3*, *MlaTu2*. Required characters, such as virulence on the resistance *Lv* or avirulence on the gene *MLh*, were confirmed in some isolates. The results represent a significant step toward obtaining a complete set of information about every isolate before its including in the working genebank of the pathogen.

barley, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, *Hordeum vulgare*, pathogen isolates, postulation method, powdery mildew, virulence spectra

Ječmen (*Hordeum vulgare* L.) má v České republice významné postavení. V průměru let 2004–2009 byla čtvrtina jeho sklizňových ploch (= 125 tis. ha) oseta ječmenem ozimým. Zrno ječmene je využíváno především k výživě hospodářských zvířat a k produkci sladu pro potřeby rozvinutého domácího pivovarského průmyslu i pro export.

Padlí ječmene vyvolávané anemochorní vřeckovitou houbou *Blumeria graminis* (DC.) E. O. Speer, f. sp. *hordei* emend. É. J. Marchal (anamorfa *Oidium monilioides* Link) (= *B.g.h.*) je nejčastější chorobou obou růstových typů ječmene. V letech 1989–2000 bylo 40% všech epidemií chorob ječmene ozimého a 50% epidemií chorob ječmene jarního vyvoláno *B.g.h.* (Dreiseitl, 2003). Současně byl zjištěn silný výskyt padlí ječmene ve 20% oficiálních zkoušek s ječmenem ozimým a v 33% zkoušek s ječmenem jarním. Síla choroby na ječmeni ozimém činila 64% síly choroby zjištěné na ječmeni jarním. Uvedená zjištění naznačují, že ječmen ozimý je napadán původcem padlí ječmene méně než ječmen jarní. Přesto je i u ječmene ozimého padlí dominantní choro-

bou a jeho náchylné odrůdy jsou hlavním zdrojem inokula pro ječmen jarní.

Rezistence odrůd je účinný a environmentálně přátelský způsob omezování škodlivosti chorob. Existuje několik koncepcí dosažení a využití odrůdové odolnosti (Wolfe, 2000; Niks a Marcel, 2009; Østergård *et al.*, 2009; McDonald, 2010). U ječmene ozimého však dosud převládají, a u ječmene jarního jsou časté odrůdy, jejichž odolnost k původci padlí je založena na genech specifické odolnosti. U ječmene je známo mnoho specifických odolností k *B.g.h.* (Brown a Jørgensen, 1991; Dreiseitl *et al.*, 2006). Pro jejich efektivní využití ve šlechtění i pěstování je důležitá znalost jejich přítomnosti v jednotlivých odrůdách. Identifikace specifických odolností je prováděna pomocí molekulárních markerů (Řepková *et al.*, 2009a, b; Řepková a Dreiseitl, 2010; Teturová *et al.*, 2010) nebo postulační metodou (Torp *et al.*, 1978; Jensen *et al.*, 1992; Dreiseitl a Rashal, 2004; Dreiseitl, 2007; 2010). Pokud byl marker pro příslušný gen vyvinut, je jeho použití snadné a rychlé, získaná informace však je úzká. Markery jsou tedy vhodné spíše k detekci jednotlivých genů,

tedy k poskytnutí odpovědi, zda je sledovaný gen přítomen. To dostačuje např. ve šlechtění k výběrům potomstev po křížení. Informace získaná postulací metodou je mnohem komplexnější, neboť umožňuje zjistit, zda příslušná odrůda obsahuje nějakou (jakoukoli) specifickou odolnost, a v kladném případě pak, kolika geny je podmíněna a které jsou v dané odrůdě přítomny. Postulační metoda je tak ke skutečné identifikaci genů odolnosti mnohem vhodnější.

Schopnost identifikace genů odolnosti postulací metodou je přímo úměrná existenci dostupného biologického materiálu, tedy standardních odrůd reprezentujících co nejširší variabilitu specifických odolností daného hostitele i dostupných izolátů zahrnujících co nejširší variabilitu specifické patogenity daného patogenu. Proto musí být pracovní genové banky hostitele i patogenu průběžně aktualizovány novými genotypy obou organismů.

Cílem tohoto příspěvku bylo (i) vyhodnotit reakci vybraných izolátů, kandidátů na zařazení do genové banky patogenu, na diferenčních varietách s vybraným souborem genů odolnosti, (ii) determinovat odpovídající spektra virulencí těchto izolátů a (iii) sestavit identifikační čísla izolátů kódujících jejich

virulenci v některém z mezinárodně akceptovaných systémů.

MATERIÁL A METODY

Původ izolátů

Bylo prostudováno 14 izolátů *B.g.h.*, které se vyvinuly z jednotlivých konidií vzorku vzdušné populace patogenu odchyteného v r. 2009 na území České republiky. Odchyt konidií byl proveden lapáčem spor (Schwarzbach, 1979) umístěným na střeše osobního automobilu (Obr. 1) na trasách procházejících oblastmi pěstování ječmene. Jednotlivé úseky trasy odchytu byly označeny velkými písmeny (Tab. I). Termíny odchytu (Morava, 28. 05.; Čechy, 04. 06.) byly zvoleny s ohledem na předpokládanou přibližnou paritu zastoupení konidií produkovaných oběma růstovými typy ječmene. Pracovní čísla izolátů obsahují označení úseku trasy odchytu a pořadové číslo (Tab. II).

Determinace spekter virulence

Determinace spekter virulence byla provedena v Agrotest fyto, s.r.o. v Kroměříži, a to na souboru



1: Automobil s fytopatologickým přístrojem pro odchyt spor z ovzduší
1: Automobile with fytopathological machine for collecting conidien in the air

I: Trasy odchytu vzorku populace *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* v r. 2009

I: Collecting lines of *Blumeria graminis* f. sp. *Hordei* population in the year 2009

Úsek	km	Úsek	km
29.05.		05.06.	
A Kroměříž – Brno	70	I Avanti (D1 72,5 km) – Praha	80
B Brno – Břeclav	51	K Praha – Rokycany	72
C Brno – Znojmo	62	L Praha – Řevničov	45
D Vyškov – Olomouc – Přáslavice	73	M Praha – Lovosice	71
E Přáslavice – Rychaltice	62	N Praha – Mnichovo Hradiště	62
F Olomouc – Lábivá	33	O Praha – Chlumec nad Cidlinou	71

II: Reakční typy vypnuté na listových segmentech 28 variet ječmene po inokulaci 14 izoláty původce padlí ječmene

II: Reaction types developed on segments of leaves after inoculation by 14 isolates of barley powdery mildew progenitors in 28 barley cultivars

P ¹	Varieta hostitele (ječmen)	Ml gen(y) odolnosti k B.g.h.	Izolát patogenu (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) a jeho pracovní ² a identifikační ³ číslo													
			A-023 47733	B-045 44177	I-158 41144	I-162 17251	I-167 57743	K-184 25053	K-190 57714	K-198 64257	K-200 37752	L-209 57752	M-232 56253	M-236 74554	M-246 75557	O-283 45534
	Stirling	žádný	4	4	4	4	4	3-4	4	3-4	4	3-4	3-4	4	3-4	3-4
	Forum	ml09	0(3)	0	0	0	0	0	0(3)	0(3)	0	0(3)	0	0	0(3)	0(3)
	Algerian-3	a1	0	0	0	4	3-4	0	4	0	4	3-4	4	3-4	3-4	0
1	P01	a1,aAl2	0	0	0	4	4	0	4	0	4	3-4	4	4	4	0
2	P02	a3	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	4	1-2	4	4	1-2	1-2	4	3-4	0-1
	Sara	a3,aTu2	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	2	0-1	2	2	0-1	0-1	2	2	0-1
3	P03	a6,a14	4	4	4	0	3-4	0	4	3-4	0	4	3-4	4	3	3
	Rapid	a6,a14,g	3-4	4	0	0	0	0	4	4	0	4	4	4	4	4
4	P04B	a7,aNo3	3-4	2	4	4	4	3-4	3-4	2	3-4	3-4	2	1-2	4	3-4
	P06	a7,aMu2	4	2	3	4	3-4	4	3-4	1-2	3-4	4	1-2	2	3-4	4
	Pallas	a8	4	4	4	3-4	3-4	4	4	3-4	4	4	4	4	4	3-4
5	P08B	a9	4	0	0	4	4	0	4	0	4	4	4	0	0	0
6	P10	a12,aEm2	3-4	4	1-2	4	3-4	4	4	3-4	4	4	4	4	4	4
7	P11	a13,aRu3	4	3-4	3-4	0	4	0	4	0	4	4	0	3-4	3-4	4
	AF Lucius	a13,aRu4	4	3-4	3-4	0	4	0	3-4	0	3-4	3-4	0-1	2	3-4	3-4
	P13	a23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1-2	2	1-2
8	P17	k1	4	1-2	1	4	4	1-2	4	4	3-4	4	3-4	2	1-2	1-2
9	CH 666	La	3-4	2	2-3	2-3	4	2	4	2-3	4	4	2-3	3-4	3-4	4
10	P21	g,(CP)	4	3-4	0	3-4	0	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3	3	3
11	P20	at	4	4	1-2	1-2	2	1-2	2	1-2	1-2	2	1-2	1-2	1-2	4
12	P15	(Ru2)	2-3	4	4	4	4	3-4	2-3	3-4	4	4	4	4	4	2-3
	P24	h	4	4	4	1-2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1-2
	Monaco	ra	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	Signal	(N81)	3-4	3-4	2	4	3-4	3-4	2	3-4	1-2	1-2	4	0	3-4	1
14	Vanessa	(St)	3-4	4	1-2	2	3-4	3-4	2	3-4	4	3-4	3-4	0	4	1-2
15	Alinghi	(IM9)	2	3-4	4	1-2	2	1-2	3-4	3-4	2	2	2-3	3-4	4	3-4
	Marnie	(Ro)	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0
	Laverda	(Lv)	0	1	3-4	0	0	0-1	1	1	0	0	1	1	1	1

¹Pořadí variet při sestavování identifikačních čísel izolátů; ²Je tvořeno označením úseku trasy odchytu a pořadovým číslem; ³Obsahuje oktální záznam virulence k Ml genům odolnosti označených variet.

28 variet ječmene, z nichž 26 bylo diferenčními, neboť obsahovaly vybrané geny specifické odolnosti k danému patogenu (Tab. II).

Vypěstování rostlin diferenčních variet. Bylo vyseto cca 30 zrn každé variety rovnoměrně rozdělených do dvou květináčků (horní průměr/dolní průměr/výška = 80/55/65 mm) naplněných rašelinovým substrátem (Zahradnický substrát B, výrobce Rašelina Soběslav). Rostliny byly pěstovány od 14. 01. do 11. 03. 2010 ve fytopatologickém skleníku bez termoregulace, s kontrolovaným a nepřetržitě zaznamenávaným teplotním režimem, při průměrné teplotě 6,1 °C a přirozeném osvětlení. Byla provedena dvě opakování níže uvedených experimentů s jejich sedmidenním časovým posunem.

Příprava diferenčních souborů. Po dosažení vývojové fáze DC12 (mladé rostliny s plně rozvinutým prvním listem, kdy druhý list dosahoval zpravidla délky prvního listu), byly odříznuty primární listy diferenčních variet. Z jejich středových částí byly odříznuty segmenty o délce cca 20 mm. Ty byly vyloženy do Petriho misek o průměru 150 mm s 3–4 mm vysokou vrstvou vodního agaru (8 g agaru na 1 l destilované vody s příměsí 40 ppm benzimidazolu), a to po třech listových segmentech každé studované variety uložených abaxiální stranou v kontaktu s agarovou půdou.

Inokulace diferenčních souborů. Petriho misky s listovými segmenty diferenčních variet byly inokulovány studovanými izoláty *B.g.h.* Konidie izolátů byly vypěstovány na listových segmentech náchylné variety Stirling. Listový segment s plně vyvinutými koloniemi patogenu byl uchopen pinzetou a konidie z něj byly setřepány na čtverec černého papíru o délce strany 40 mm k umožnění vizuální kontroly množství inokula. K inokulaci jedné misky byly použity konidie vypěstované zpravidla na jednom listovém segmentu. Inokulace byla provedena po vložení Petriho misky s listovými segmenty do spodní části válcové a z horní strany uzavřené kovové inokulační věže o průměru 150 mm a výšce 415 mm. Do této věže byly vyfouknuty konidie jednoho izolátu, a to ze stočeného čtverce papíru skrz boční otvor o průměru 13 mm (spodní okraj otvoru byl

ve vzdálenosti 60 mm od horní hrany inokulační věže). Hustota inokula činila cca 10 konidií.mm⁻². Před inokulací následně misky byly vnitřek inokulační věže, pracovní plocha stolu i pracovní pomůcky sterilizovány otěrem vatou zvlhčenou 98 % etylalkoholem.

Inkubace izolátů. Petriho misky s inokulovanými listovými segmenty diferenčních variet byly umístěny v inkubační místnosti s řízeným, kontrolovaným a nepřetržitě zaznamenávaným teplotním režimem 17 ± 2 °C. Zde byly misky vyloženy na police 250 mm pod osvětlovací tělesa osazená dvěma zářivkovými trubicemi a inkubovány v režimu světlo/tma = 12/12 h.

Vyhodnocení reakčních typů, stanovení virulence a determinace spekter virulence. Každý izolát vyvolal na dané varietě určitý fenotyp (= reakce rostliny = typ reakce = reakční typ = RT), který byl projevem vzájemné interakce obou genotypů v daných podmínkách prostředí. Reakce (RT) listových segmentů byla vyhodnocena osm dnů po inokulaci podle devítibodové stupnice 0–4 (včetně mezitypů) (Tab. III). Stupnice byla doplněna o RT typický pro variety obsahující gen *mlo*, jehož přítomnost je charakterizována malým počtem vyvinutých kolonií [0(4)] (Jensen *et al.*, 1992), nebo 0(3). Za virulenci byly v této práci považovány RT3 a vyšší. Soubor RT (sloupec údajů v Tab. II) tvoří spektrum virulence příslušného izolátu.

Konstrukce identifikačních čísel izolátů. Informace o spektrech virulence izolátů byla koncentrována v identifikačních číslech (Tab. II). K tomu bylo prvních 10 diferenčních variet (P01, P02, P06, P04B, P08B, P10, P11, P17, CH 666 a P21) (Kølster *et al.*, 1986; Dreiseitl, 2005) seřazeno v uvedeném, mezinárodně dohodnutém pořadí (Limpert a Dreiseitl, 1996). Tento soubor byl doplněn o variety 11–15 a byl rozdělen do trojic (tripletů). Hodnota virulence izolátu vychází z příslušné mocniny čísla 2 a činí k první varietě každého tripletu 2⁰ = 1, k druhé varietě 2¹ = 2 a k třetí varietě 2² = 4. Součet hodnot virulencí daného tripletu určuje hodnotu příslušné číslice identifikačního čísla izolátu vyjádřenou v oktalní soustavě. Pětimístná identifikační čísla izolátů

III: Charakteristika reakčních typů vypínutých po inokulaci ječmene konidiemi houby *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

III: Characteristics of reaction types developed after inoculation using fungal conidia of *Blumeria graminis* f. sp. *Hordei*

Reakční typ	Tvorba mycelia	Sporulace	Vývoj chlorózy/nekrózy
0	žádná	žádná	–
0–1	žádná	žádná	+
1	slabá	žádná	+
1–2	slabá	slabá	+
2	střední	slabá	+
2–3	střední	střední	+
3	silná	střední	+
3–4	silná	silná	+
4	silná	silná	–

Reakční typy mohou být doplněny o další charakteristiky fenotypu jako: c – malé chlorotické skvrny; C – velké chlorotické skvrny; n – malé nekrotické skvrny; N – velké nekrotické skvrny (upraveno dle Torp *et al.*, 1978).

tak obsahují informaci o spektru virulencí ke specifickým odolnostem obsaženým v 15 diferenciacích varietách.

VÝSLEDKY

Po inokulaci diferenciacního souboru 14 izolátů bylo získáno 14 rozdílných spekter virulence (Tab. II). Izoláty tak prokázaly originalitu danou vzájemnou odlišností. Všechny izoláty prokázaly předpokládanou patogenitu na varietě bez genu odolnosti (Stirling) a naopak dle předpokladů žádný z izolátů neprokázal významnější zvýšení patogenity k varietě s genem nespecifické odolnosti *mlo9*. Tyto dvě variety tak v souladu s předpokladem nelze označovat jako diferenciacní. Všechny izoláty byly virulentní k varietám s geny specifické odolnosti *Mla8* a *Mla1*, a naopak žádný z izolátů nebyl virulentní k varietě s genem specifické odolnosti *Mla23* a s kombinací genů specifické odolnosti *Mla3*, *MlaTu2*. Tyto čtyři variety tak nebyly z pohledu studovaných izolátů varietami diferencujcími.

Dva izoláty byly avirulentní vůči odolnosti variety P21 obsahující „hlavní“ gen *Mlg* a jiné dva izoláty byly avirulentní vůči odolnosti variety P24 obsahující gen *Mlh*. Pouze jeden izolát se vyznačoval avirulencí vůči odolnosti variety P10 s hlavním genem *Mla12* a pouze jeden izolát se naopak vyznačoval virulencí k odolnosti Lv variety Laverda. Jedna z významných kombinací virulencí je zakódována v první číslici identifikačního čísla izolátů. Mezi izoláty nebyl nalezen žádný s avirulencí ke všem třem diferenciacním odrůdám označeným číslem 1-3, proto se žádný z izolátů nevyznačuje identifikačním číslem s první číslici s hodnotou 0. Také každý s izolátů s hodnotou první číslice 1, 2 a 3 se vyskytl pouze jednou. Izolát s pracovním označením I-158 se vyznačoval více žádoucími znaky současně. Jako jediný vykázal zmíněnou avirulenci ke genu *Mla12*, jako jediný naopak vykázal virulenci k odolnosti Lv a jako jeden ze dvou se vyznačoval avirulencí ke genu *Mlg*.

Mezi diferenciacní variety byly zařazeny čtyři dvojice s alelami lokalizovanými v *Mla* lokusu, které se lišily přítomností doplňkových (additional) genů odolnosti. V případě dvojic s alelami *Mla1* a *Mla7* nebyl mezi izoláty zjištěn žádný, který by se vyznačoval virulencí k danému hlavnímu genu (tedy k příslušné číslované alele *Mla* lokusu) a avirulencí k příslušnému doplňkovému genu. V případě dvojic s alelami *Mla3* a *Mla13* byly u izolátů zjištěny virulence k těmto hlavním genům a současně avirulence k příslušným doplňkovým genům, a to zvláště v případě variety Sara, k jejímuž hlavnímu genu (*Mla3*) vykázalo avirulenci devět ze čtrnácti studovaných izolátů a k doplňkovému genu (*MlaTu2*) vykázalo avirulenci všech pět zbylých izolátů.

DISKUSE

Postulační metoda vychází ze specifčnosti daných hostitelsko-patogenních vztahů a je využívána

ke studiu obou daných organismů. Při identifikaci specifických odolností hostitele jsou pomocí vybraných izolátů patogenu zjišťována spektra odolnosti studovaných variet, která jsou následně porovnávana se spektry odolnosti standard se známými geny odolnosti. Identická spektra odolnosti svědčí o identickém základu odolnosti. Obdobně jsou zjišťována i spektra virulence izolátů, a to inokulací standardních variet hostitele.

Identifikace specifických odolností umožňuje ovlivnit rozhodování o každé individuální odolnosti, případně o konkrétním genotypu nesoucí danou odolnost, a to jak ve šlechtění a při registraci odrůd, tak i při pěstování dané plodiny. Umožňuje také predikci střednědobé účinnosti odrůdové odolnosti v poli. Zjištění spektra virulence izolátu umožňuje mj. posoudit jeho hodnotu pro další rozvoj postulační metody.

Výzkum izolátů daného patogenu prezentovaný v tomto příspěvku je součástí úsilí zaměřeného na zvyšování schopnosti široce využívané postulační metody identifikovat neustále se rozšiřující okruh odolností a jejich kombinací. Při identifikaci odolnosti ječmene jarního bylo za poslední dvě dekády zjištěno 29 variet s neznámou odolností, která byla plně účinná vůči všem izolátům pracovní genové banky patogenu. Neexistence izolátů virulentních k daným varietám neumožnila získat diferencujcí spektra příslušných odolností, a ty proto musely být označeny jako neznámé. Bylo předpokládáno, že odolnost tohoto početného souboru odrůd je založena mnoha, či alespoň několika různými geny. Použitím nových izolátů, získaných při studiu populace v r. 2008 (Dreiseitl, 2008), však bylo zjištěno, že odolnost 23 až 25 z těchto 29 variet je podmíněna pouze jednou odolností, která byla nově označena symbolem Ro (Dreiseitl, 2010), a že zbylé variety obsahují frekventovaný gen *mlo*, který nebyl v přechodných testech identifikován díky jeho atypickému fenotypu v daných hostitelských genotypch. Využití některých zde studovaných izolátů naznačuje možnost získání obdobně významných poznatků o založení a diverzitě dosud neznámých a do r. 2009 plně účinných odolností, tentokrát v souboru variet ječmene ozimého.

Existuje mnoho známých (Jørgensen, 1994), mnoho zjištěných neznámých a zjevně i mnoho dalších předpokládaných (Dreiseitl a Dinooor, 2004) genů odolnosti ječmene k půvoci padlí. Proto také existuje mnoho jedinců daného patogenu s nejrůznějšími virulencemi a jejich kombinacemi. V nedávné době byla vyvinuta metoda vhodná k dlouhodobému uchovávání konidií *B.g.h.* (Perez-Garcia *et al.*, 2006), avšak vzhledem k riziku ztráty životaschopnosti jsou dosud izoláty v pracovní genové bance udržovány na živých rostlinách s potřebou frekventovaných a pracovních reinokulací na čerstvé rostliny. Z tohoto důvodu nelze genovou banku patogenu, která zahrnuje výběr cca 50 izolátů ze všech světově významných oblastí pěstování ječmene (Dreiseitl *et al.*, 2006; Dreiseitl a Wang, 2007 a další), dále rozšiřovat. Proto rozhodnutí o zařazení

nových izolátů musí být současně doprovázeno i rozhodnutím, které izoláty budou z této banky nezávratně vyřazeny. Předložené výsledky představují významný krok k získání uceleného souboru infor-

mací o každém izolátu, který musí být uvážěn před rozhodnutím o jeho zařazení do pracovní genové banky patogenu.

SOUHRN

Ječmen (*Hordeum vulgare*) má v České republice významné postavení. Padlí ječmene vyvolávané houbou *Blumeria graminis* (= *B.g.h.*) je nejčastější chorobou obou růstových typů ječmene. Rezistence odrůd je účinná a environmentálně přátelský způsob omezování škodlivosti chorob. U ječmene je známo mnoho specifických odolností k *B.g.h.* Pro jejich efektivní využití ve šlechtění i pěstování je důležitá znalost jejich přítomnosti v jednotlivých odrůdách. Přítomnost specifických odolností lze zjistit postulační metodou. Schopnost identifikace genů odolnosti touto metodou je přímo úměrná dostupností standardních odrůd hostitele i referenčních izolátů patogenu. Cílem tohoto příspěvku bylo zjistit spektra virulencí 14 izolátů kandidujících na zařazení do pracovní genové banky patogenu k jejich využití k postulaci genů odolnosti ječmene k původci padlí. Izoláty byly získány ze vzorku vzdušné populace patogenu odchyceného na území České republiky v r. 2009. Determinace jejich spekter virulence byla provedena na souboru 28 variet ječmene. Izoláty prokázaly originalitu danou jejich vzájemnou odlišností. Žádný z izolátů neprokázal zvýšenou patogenitu k varietě s genem nespecifické odolnosti *mlo9*. Všechny izoláty byly virulentní k varietám s geny specifické odolnosti *Mla8* a *Mla1*, a naopak žádný z izolátů nebyl virulentní k varietě s genem specifické odolnosti *Mla23* a s kombinací genů specifické odolnosti *Mla3*, *MlaTu2*. Mezi diferenciací variety byly zařazeny i čtyři dvojice s alelami lokalizovanými v *Mla* lokusu, které se lišily přítomností doplňkových (additional) genů odolnosti. V případě dvojic s alelami *Mla1* a *Mla7* nebyl mezi izoláty zjištěn žádný, který by se vyznačoval virulencí k danému hlavnímu genu (tedy k příslušné číslované alele *Mla* lokusu) a avirulencí k příslušnému doplňkovému genu. V případě dvojic s alelami *Mla3* a *Mla13* byly u izolátů zjištěny virulence k těmto hlavním genům a současně avirulence k příslušným doplňkovým genům odolnosti. U některých izolátů byly zjištěny významné požadované znaky, jako virulence k originální odolnosti variety Laverda nebo avirulence vůči genu *Mlh*. Výsledky reprezentují významný krok k získání uceleného souboru informací o každém izolátu, který musí být uvážěn před rozhodnutím o jeho zařazení do pracovní genové banky patogenu.

Blumeria graminis f. sp. *hordei*, *Hordeum vulgare*, izoláty patogenu, ječmen, padlí ječmene, postulační metoda, spektra virulence

Poděkování

Příspěvek, který byl zpracován v rámci projektu MSM253288590, vychází z experimentální části bakalářské práce spoluautorky, která byla realizována na pracovišti vedoucího práce – prvního autora tohoto příspěvku.

LITERATURA

- BROWN, J. K. M., JØRGENSEN, J. H., 1991: A catalogue of mildew resistance genes in European barley varieties. In: J. H. Jørgensen (ed.): Integrated Control of Cereal Mildews: Virulence and Their Change, 263–286. Risø National Laboratory, Roskilde.
- DREISEITL, A., 2003: Výskyt chorob ječmene v České republice v letech 1989–2000. Sborník referátů, XVI. Slovenská a Česká konference o ochrane rastlín, Nitra, Slovenská republika, 16.–17. september 2003, 84–85.
- DREISEITL, A., 2005: Resistance to powdery mildew in selected Czech winter barley breeding lines. Czech J. Genet. Plant Breed. 41: 45–50.
- DREISEITL, A., 2007: Powdery mildew resistance in winter barley cultivars. Plant Breed. 126: 268–273.
- DREISEITL, A., 2008: Virulence frequency to powdery mildew resistances in winter barley cultivars. Czech J. Genet. Plant Breed. 44: 160–166.
- DREISEITL, A., 2010: Resistance of 'Roxana' to powdery mildew and its presence in some European spring barley cultivars. Plant Breed., accepted.
- DREISEITL, A., DINOOR, A., 2004: Phenotypic diversity of barley powdery mildew resistance sources. Genet. Res. Crop Evol. 51: 251–257.
- DREISEITL, A., DINOOR, A., KOSMAN, E., 2006: Virulence and diversity of *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* in Israel and in the Czech Republic. Plant Dis. 90: 1031–1038.

- DREISEITL, A., RASHAL, I., 2004: Powdery mildew resistance genes in Latvian barley varieties. *Euphytica* 135: 325–332.
- DREISEITL, A., ŘEPKOVÁ, J., LÍZAL, P., 2007: Genetic analysis of thirteen accessions of *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum* resistant to powdery mildew. *Cereal Res. Comm.* 35: 1449–1458.
- DREISEITL, A., WANG, J., 2007: Virulence and diversity of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* in East China. *Eur. J. Plant Pathol.* 117: 357–368.
- GILMOUR, J., 1973: Octal notation for designating physiologic races of plant pathogens. *Nature* 242: 620.
- JENSEN, H. P., CHRISTENSEN, E., JØRGENSEN, J. H., 1992: Powdery mildew resistance genes in 127 Northwest European spring barley varieties. *Plant Breed.* 108: 210–228.
- JØRGENSEN, J. H., 1994: Genetics of powdery mildew resistance in barley. *Critic. Rev. Plant Sci.* 13: 97–119.
- KØLSTER, P., MUNK, L., STØLEN, O., LØHDE, J., 1986: Near-isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew. *Crop Sci.* 26: 903–907.
- LIMPERT, E., CLIFFORD, B., DREISEITL, A., JOHNSON, R., MÜLLER, K., ROELFS, A., WELLINGS, C., 1994: Systems of Designation of Pathotypes of Plant Pathogens. *J. Phytopathol.* 140: 359–362.
- LIMPERT, E., DREISEITL, A., 1996: Barley mildew in Europe: Towards standardisation of pathotype nomenclature. In: Limpert, E., Finckh, M. R., Wolfe, M. S. (Eds.) *Integrated control of cereal mildews and rusts: Towards coordination of research across Europe*, Brussels, 1996, 51–53.
- MCDONALD, B., 2010: How can we achieve durable disease resistance in agricultural ecosystems? *New Phytol.* 185: 3–5.
- NIKS, R. E., MARCEL, T. C., 2009: Nonhost and basal resistance: how to explain specificity? *New Phytol.* 182: 817–828.
- ØSTERGÅRD, H., FINCKH, M., FONTAINE, L., GOLDRINGER, I., HOAD, S. P., KRISTENSEN, K., VAN BUEREN, E. T. L., MASCHER, F., MUNK, L., WOLFE, M. S., 2009: Time for a shift in crop production: embracing complexity through diversity at all levels. *J. Sci. Food Agric.* 89: 1439–1445.
- PEREZ-GARCIA, A., MINGORANCE, E., RIVERA, M. E., DEL PINO, D., ROMERO, D., TORES, J. A., DE VICENTE, A., 2006: Long-term preservation of *Podosphaera fusca* using silica gel. *J. Phytopathol.* 154: 190–192.
- ŘEPKOVÁ, J., DREISEITL, A., 2010: Candidate markers for powdery mildew resistance genes from wild barley PI284752. *Euphytica* 175: 283–292.
- ŘEPKOVÁ, J., DREISEITL, A., LÍZAL, P., 2009A: A new CAPS marker for selection of a barley powdery mildew resistance gene in the *Mla* locus. *Cereal Res. Comm.* 37: 93–99.
- ŘEPKOVÁ, J., TETUROVÁ, K., DREISEITL, A., SOLDÁNOVÁ, M., 2009B: Characterization and chromosomal location of powdery mildew resistance genes from wild barley PI282605. *J. Plant Dis. Protect.* 116: 257–259.
- TETUROVÁ, K., ŘEPKOVÁ, J., LÍZAL, P., DREISEITL, A., 2010: Mapping of powdery mildew resistance genes in a newly determined accession of *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*. *Ann. Appl. Biol.* 156: 157–165.
- SCHWARZBACH, E., 1979: A high throughput jet trap for collecting mildew spores on living leaves. *Phytopathol. Z.* 94: 165–171.
- TORP, J., JENSEN, H. P., JØRGENSEN, J. H., 1978: Powdery mildew resistance genes in 106 Northwest European spring barley varieties. *Royal Veterinary and Agricultural University Yearbook* 1978, pp. 75–102, Copenhagen.
- WOLFE, M. S., 2000: Crop strength through diversity. *Nature* 406: 681–682.

Adresa

doc. Ing. Antonín Dreiseitl, CSc., Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž, Česká republika,
e-mail: dreiseitl.antonin@vukrom.cz, Petra Adamcová, Havlíčkova 3978, 767 01 Kroměříž, Česká republika,
e-mail: Daisy86@seznam.cz

