

## **Projevy patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. na indikačních hostitelských genotypech ras strupovitosti jabloně**

### ***Virulences of Venturia inaequalis (Cooke) Wint. on differential host genotypes to apple scab races***

R. Vávra 1), S. Boček 2), H. Drahošová 1)

1) Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy s.r.o., 2) Mendelova zemědělská univerzita Brno

**Souhrn:** *Tato práce se zabývá hodnocením virulence patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. na nově sestaveném souboru indikačních hostitelských genotypů (Bus a kol., 2009). Hodnocení byla prováděna po sekundárních infekcích ke konci vegetačního období v lokalitě Holovousy ve východních Čechách na genotypech vysazených na jaře 2010 do náhodných bloků v pěti opakování. Odrůda Golden Delicious - H(1), která je referenční hostitelskou rostlinou pro všeobecně rozšířenou rasu strupovitosti č. 1, byla infikována ve velké intenzitě ve stupni 6 – 8 (podle devítibodové stupnice Lateur a Populer, 1994). Napadení u další citlivé odrůdy Gala - H(0), bylo též vysoké ve stupni 5 – 8. K velmi ojedinělým infekcím pouze u několika rostlin ve stupni 2 došlo u genotypů TSR34T15 - H(2) a J34 - H(9). U genotypů Q71 - H(3) a Durelo di Forli – H(13) byly zaznamenány infekce patogena *V. inaequalis* se slabými sporulacemi na větším počtu listů. K silnějším projevům choroby u dvou rostlin došlo u genotypu B 45 - H(8), které byly napadeny ve stupni 4 a 5. U ostatních genotypů nebyly zaznamenány žádné infekce. Potvrdilo se, že v této lokalitě se nenachází rasa č. 6 a č. 7 překonávající rezistenci získanou z *Malus floribunda* 821.*

**Klíčová slova:** *Venturia inaequalis, strupovitost jabloně, rasy strupovitosti, hostitelské genotypy*

**Summary:** *The objective of this study was evaluation of *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. virulences on the new established collection of differential host genotypes (Bus et al., 2009) in locality Holovousy in the eastern Czechia. Evaluations were done after secondary infections at the end of growing season on genotypes planted in spring 2010 into randomized blocks with five repetitions. The cultivar Golden Delicious - H(1) the differential host plant for the apple scab races No. 1 was infected with high intensity in the grade from six to eight (severity is assessed according to the modified scale 1 – 9 of Lateur and Populer, 1994). Attacks on the next sensitive cultivar Gala - H(0) were also high in the grade from five to eight. Genotypes TSR34T15 – H(2) and J34 - H(9) were infected in very low rate in grade two on some plants. Infections on genotypes Q71 - H(3) and Durelo di Forli – H(13) were recorded only on some plants on higher number of leaves in grade four and three. Severe symptoms of the disease were recorded on two plants on the genotype B 45 - H(8) in grade four and five. On the other genotypes were recorded any infections. The races No. 6 and 7 surpassing resistance gained from *Malus floribunda* 821 are not present in this location.*

**Key words:** *Venturia inaequalis, apple scab, scab races, host genotype*

První výskyt strupovitosti jabloně způsobené patogenem *Venturia inaequalis* na odrůdách nesoucích geny rezistence proti tomuto patogenu byl v Čechách zaznamenán v roce 2006. Podle napadení odrůd a genotypů s různými geny rezistence, které byly naroubovány do daných lokalit, bylo zjištěno, že patogen napadá odrůdy nesoucí gen rezistence *Rvi6* (*Vf*) (Vávra a kol., 2009). První soubory genotypů sloužících k přiřazení specifických izolátů *V. inaequalis* k rasám strupovitosti již byly v minulosti vyvinuty (Shay and Williams, 1956; Shay a kol., 1962; Williams at al, 1969; Parisi a kol., 1993; Bénaouf and Parisi, 2000; Bus a kol., 2005). Tyto soubory byly v posledních letech přepracovány, neboť se podle napadení chorobou na genotypech a molekulárními metodami detekce genů rezistence zjistilo, že v některých genotypech jsou zahrnuty dva nebo více genů rezistence. Genotypy nesoucí více genů rezistence byly nahrazeny selektovanými hybridy zahrnujícími pouze jediný známý gen rezistence. Za účelem sjednocení výzkumu virulence patogena *V. inaequalis* byl navržen nový soubor indikačních hostitelských genotypů a sestavena nová nomenklatura genů rezistence (Bus a kol., 2009). Tento soubor hostitelských rostlin k určování ras strupovitosti je v současné době doplňován genotypy s nově identifikovanými geny *Rvi16* v genotypu Mis op 93.051 G07-098 (Bus a kol., 2010) a *Rvi17* v genotypu Antonovka APF22 (Dunneman a Egerer, 2010).

Jedna ze strategií jak vyvinout nové odrůdy s trvalejší rezistencí k patogenu *V. inaequalis* je využití pyramidální rezistence několika hlavních dominantních genů rezistence. Otázkou však zůstává, které geny rezistence jsou nejvhodnější k produkci odrůd jabloní s trvalou rezistencí. Nejzajímavější jsou geny, u kterých nebylo zaznamenáno překonání patogenem. Geny překonávané patogenem pouze v omezených oblastech jsou též použitelné ve strategii šlechtění. Tato práce se zabývá projevy choroby způsobené patogenem *V. inaequalis* na nově sestaveném souboru identifikačních hostitelských genotypů v lokalitě Holovousy Nad včelínem.

## **Materiál a metody**

Projevy choroby byly zjišťovány na souboru indikačních hostitelských genotypů nesoucích jednotlivé geny rezistence (tabulka 1). Hostitelský genotyp je indikátorem pro rasu patogena označenou číslem hostitele. Například hostitelský genotyp označený H(1) Golden Delicious slouží jako indikátor rasy č. 1, která je běžně rozšířena a je avirulentní ke všem známým genům rezistence. Znamená to, že tato rasa č. 1 není schopna napadnout genotypy nesoucí gen rezistence a zachovávají si k této rase rezistenci. Soubor indikačních hostitelských genotypů byl vysázen na pokusné stanoviště v lokalitě Holovousy Nad včelínem na jaře 2010 na podnoži M9 ve sponu 4 x 1 m. K hodnocení byla použita bonitační stupnice 1 – 9 podle celkového stupně napadení listů patogenem: 0: nehodnoceno (rostlina chybí), 1: 0 %, 2: 1-5 %, 3: mezist., 4: ±25 %, 5: mezist., 6: ± 50 %, 7: ± 75 %, 8: > 90 %, 9: nad 90 % listů napadeno (Lateur a Populer, 1994). Napadení bylo zjišťováno v průběhu vegetace po sekundárních infekcích v době před sklizní v roce 2010. Genotypy jsou uspořádány v náhodných blocích v počtu pěti opakování v lokalitě. Genotypy A 723-6 (H 10) a *Malus baccata jakii* (H 12) budou na pokusné stanoviště doplněny na jaře 2011.

## Výsledky a diskuse

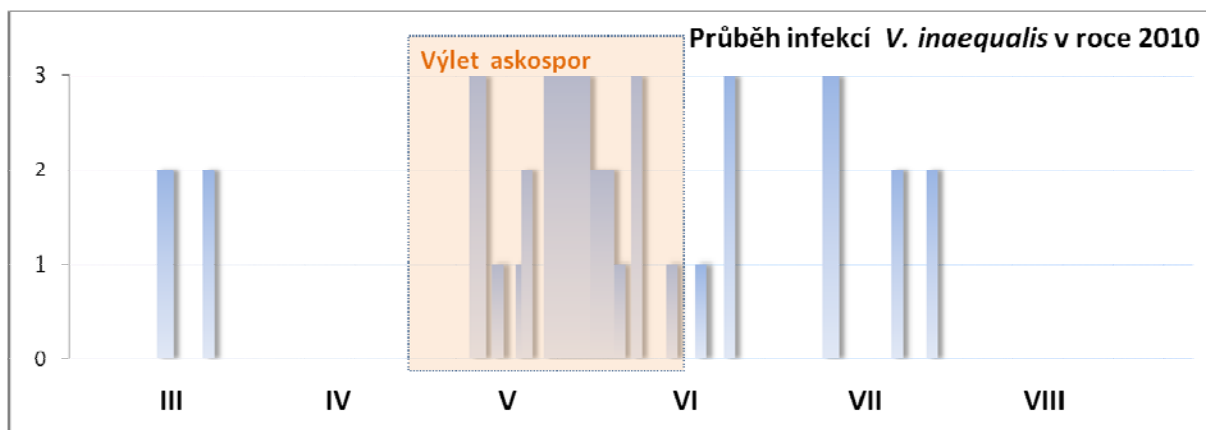
Rok 2010 se vyznačoval silnými primárními infekcemi patogena *V. inaequalis* během vegetační doby. V průběhu měsíců březen až červenec bylo zaznamenáno meteorologickou stanicí MeteoUNI - Holovousy ( na stanovišti Kamenec, 288 m n.m.) dvacet infekcí patogena. V měsíci květnu, který je pro primární infekce nejkritičtějším obdobím, bylo zaznamenáno celkem 11 infekcí, z toho čtyři silné, čtyři středně silné a tři slabé infekce (tabulka č. 3). Průběh počasí se projevil na intenzitě napadení hostitelských rostlin. Napadení diferenciatálních hostitelských genotypů patogenem *V. inaequalis* v roce 2010 v lokalitě Holovousy Nad včelínem je uvedeno v tabulce 2. Odrůda Golden Delicious, která je referenční hostitelskou rostlinou pro všeobecně rozšířenou rasu strupovitosti č. 1, byla napadena ve stupni 6 – 8. Tato rasa č. 1 je avirulentní ke všem známým genům rezistence. Genotypy s genem rezistence nejsou touto rasou infikovány. Do souboru indikačních genotypů byla též zařazena citlivá odrůda Gala, která je rozšířená mezi pěstiteli. Napadení u této odrůdy bylo též vysoké ve stupni 5 – 8. K velmi ojedinělým infekcím na několika málo listech bez sporulací patogena došlo u genotypů TSR34T15 nesoucí gen rezistence *Rvi2* (*Vh2*) a J34 nesoucí gen *Rvi8* (*Vh8*). U genotypů Q71 s genem rezistence *Rvi3* (*Vh3*) a Durelo di Forli s genem rezistence *Rvi13* (*Vd*) byly zaznamenány infekce patogena *V. inaequalis* se slabými sporulacemi na větším počtu listů. U ostatních genotypů nebyly zaznamenány žádné infekce. Genotypy Priscila - H (6) a Malus floribunda klon 821 – (7) nebyly napadeny patogenem *V. inaequalis*. Z hodnocení lze usuzovat, že se v lokalitě Holovousy Nad včelínem nevyskytují rasy strupovitosti č. 6 a č. 7 překonávající rezistenci získanou z genotypu *Malus floribunda* klon 821, který je nejvíce používán ve šlechtění k rezistenci ke strupovitosti jabloně a geny *Rvi6* (*Vf*) a *Rvi7* (*Vfh*) jsou vneseny do 90 % odrůd rezistentních k patogenu *V. inaequalis*. Nevylučuje se však, že v některých lokalitách se může vyskytovat několik ras současně.

Poznatky o napadení jednotlivých indikačních hostitelských rostlin jsou velmi důležité pro proces šlechtění k provádění selekcí hybridních genotypů na rezistenci k patogenu *V. inaequalis* a pro určení vhodnosti zařazování odrůd s geny rezistence ke strupovitosti jabloně do nových výsadb v jednotlivých oblastech pěstování. Další využití je v začlenění genotypů vykazujících rezistenci do dalšího kombinačního křížení. Velkým pomocníkem je využití molekulárních metod detekce genů rezistence v hybridním potomstvu, které nám může podstatně zkrátit dobu selekce a výrazně snížit vynaložené náklady spojené s tradičními metodami selekce podle fenotypového projevu. Ukazuje se, že rezistence podmíněná jedním dominantním genem není trvalá a dříve nebo později dochází k překonání této rezistence patogenem *V. inaequalis*.

*Príspevek byl zpracován za finanční podpory MZe rámci řešení projektu QH71172 Identifikace kmenů a ras strupovitosti (Venturia inaequalis Cke. Wint).*

*Seznam použité literatury je k dispozici u autorů.*

Tabulka 3: Zaznamenané infekce meteorologickou stanicí MeteoUNI - Holovousy Kamenec (288 m n.m.) v roce 2010



Tabulka 1: Nový soubor identifikačních hostitelských genotypů (Bus a kol., 2008)

Hostitelský genotyp	Geny resistance	
	původní název	nový název
H(0) Gala	0	0
H(1) Golden Delicious	<i>Vg</i>	<i>Rvi1</i>
H(2) TSR34T15	<i>Vh2</i>	<i>Rvi2</i>
H(3) Q71 (Geneva x Braeburn)	<i>Vh3.1</i>	<i>Rvi3</i>
H(4) TSR33T239	<i>Vh4</i>	<i>Rvi4</i>
H(5) 9-AR2T196	<i>Vm</i>	<i>Rvi5</i>
H(6) Priscilla	<i>Vf</i>	<i>Rvi6</i>
H(7) F1 <i>M. floribunda</i> 821 *1)	<i>Vfh</i>	<i>Rvi7</i>
H(8) B45 (Pacific Beauty x <i>M. sieversii</i> GMAL4302-X8)	<i>Vh8</i>	<i>Rvi8</i>
H(9) J34 (Gala x Dolgo)	<i>Vdg</i>	<i>Rvi9</i>
H(10) A 723-6 (Worcester x PI172623)	<i>Va</i>	<i>Rvi10</i>
H(11) Hansen's baccata #2	<i>Vb</i>	<i>Rvi11</i>
H(12) <i>Malus baccata jakii</i>	<i>Vbj</i>	<i>Rvi12</i>
H(13) Durello di Forlì	<i>Vd</i>	<i>Rvi13</i>
H(14) Dölmener Rosen	<i>Vdr1</i>	<i>Rvi14</i>
H(15) GMAL 2473	<i>Vr2</i>	<i>Rvi15</i>

\*1) v současné době není k dispozici, dočasně nahrazeno *M.floribunda* 821

Tabulka 2: Napadení indikačních hostitelských genotypů patogenem *V. inaequalis* v roce 2010, lokalita Holovousy Nad včelínem

Genotyp	Blok					Průměr
	1	2	3	4	5	
H(0) Gala	6	8	7	5	0	6,5
H(1) Golden Delicious	8	7	7	8	6	7,2
H(2) TSR34T15	2	1	2	1	1	1,4
H(3) Q71	2	1	4	0	1	2
H(4) TSR33T239	1	1	1	1	1	1
H(5) 9-AR2T196	1	1	1	1	0	1
H(6) Priscilla	1	1	1	0	0	1
H(7) <i>M. x floribunda</i> 821	1	1	1	0	1	1
H(8) B45	4	5	1	1	1	2,4
H(9) J34	1	2	1	1	1	1,2
H(10) A 723-6	0	0	0	0	0	0
H(11) Hansen's baccata #2	1	1	1	0	0	1
H(12) <i>Malus baccata jakii</i>	0	0	0	0	0	0
H(13) Durello di Forlì	2	3	1	1	1	1,6
H(14) Dülmener Rosen	1	1	1	0	0	1
H(15) GMAL 2473	1	1	1	1	1	1

Stupnice 1 - 9 (Lateur a Populer, 1994)

### Citovaná literatura

Bus V. G. M., Rikkerink E. H. A., Aldwinckle H. S., Caffier V., Durel C. E., Gardiner S., Gessler C., Groenwold R., Laurens F., Le Cam B., Luby J., Mac Hardy W., Meulenbroek B., Kellerhals M., Parisi L., Patocchi A., Plummer K., Schouten H. J., Tartarini S., van de Weg W. E. (2009) A proposal for the nomenclature of *Venturia inaequalis* races. *Acta Horticulturae* 814:739–746.

Bus V. G. M., Rikkerink E. H. A., van de Weg W. E., et al. The *Vh2* and *Vh4* scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple. *Molecular Breeding*. 2005;15(1):103–116.

Bus V. G. M., Laurens F. N. D., van de Weg W. E., et al. The *Vh8* locus of a new gene-for-gene interaction between *Venturia inaequalis* and the wild apple *Malus sieversii* is closely linked to the *Vh2* locus in *Malus pumila* R12740-7A. *New Phytologist*. 2005;166(3):1035–1049

Bénaouf, G., and Parisi, L.: Genetics of the host- pathogen relationship between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and *Malus* species. 2000, *Phytopathology* 90: 236-242.

- Dayton D. F., Williams E. B., 1968. Independent genes in *Malus* for resistance to *Venturia inaequalis*. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 92:89-93.
- Dayton, D. F., Williams E. B., 1970. Additional allelic genes for scab resistance of two reaction types. *Amer. Soc. Hortic. Sci.* 95: 735-736.
- Hough L. F., 1944. A survey of the scab resistance of the foliage on seedlings in selected apple progenies. *Amer. Soc. Hortic. Sci.* 44: 260-272.
- Hough L. F., Williams E. B., Dayton D. F., Shay J. R., Bailey C.H., Mowry J.B., Janick B., Emerson F.H. 1970. Pages 217-230 in: *Proceedings of Eucarpia Fruit Section Symposium, Tree Fruit Breeding, Angers*. INRA Ed., Versailles
- Lateur M., Populer C. 1994. Screening fruit tree genetic resources in Belgium for disease resistance and other desirable characters. *Euphytica* 77:147-153
- Parisi L., Lespinasse Y., Guillaumes J., and Kruger J. 1993. A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the Vf gene. *Phytopathology*, 83: 533–537.
- Parisi, L., Fouillet, V., Schouten, H. J., Groenwold, R., Laurens, F., Didelot, F., Evans, K., Fischer, C., Gennari, F., Kemp, H., Lateur, M., Patocchi, A., Thissen, J. and Tsipouridis, C. 2004. Variability of the pathogenicity of *Venturia inaequalis* in Europe. *Acta Hort. (ISHS)* 663:107-114.
- Parisi L, Lespinasse Y. 1996. Pathogenicity of *Venturia inaequalis* strains of race 6 on apple clones (*Malus* sp.). *Plant Disease* 80: 1179–1183.
- Roberts, A. L., and Crute, I. R. Apple scab resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is rendered ineffective by isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda*. *Norw. J. Agric. Sci.* 17: 403-406.
- Shay, J. R., and Williams, E. B. 1956. Identification of three physiological races of *Venturia inaequalis*. *Phytophology* 46: 190–193.
- Shay, J. R., Williams, E. B., and Janick, J. 1962. Disease resistance in apple and pear. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 80: 97–104.
- Vávra, R., Boček, S.: Virulence strupovitosti ve výsadbách s prolomenou rezistencí. *Zahradnictví*, 12, 2009, 12 -14.
- Williams EB, Kuc J. Resistance in *Malus* to *Venturia inaequalis*. *Annual Review of Phytopathology*. 1969;7:223–246.