

# Virulence strupovitosti ve výsadbách s prolomenou rezistencí

## Virulence of apple scab in orchards with broken resistance

### Souhm

Cílem prováděného hodnocení bylo sledování virulence patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. způsobující strupovitost jablek ve výsadbách, kde došlo k prolomení rezistence. Virulence byla hodnocena na Vf rezistentních odrůdách, citlivých odrůdách ke strupovitosti a genotypch nesoucích další geny rezistence používaných v šlechtění jablek. Byly zjištěny rozdílné reakce ve vztahu hostitele a patogena ve specifických podmínkách čtyř výsadeb. Silnější projevy patogena byly zaznamenány ve sledovaných oblastech na odrůdách 'Rubinola' a 'Otava', zatímco méně byly napadeny odrůdy 'Selena' a 'Rajka'. U ostatních testovaných genotypů nesoucí jiné geny rezistence byly zaznamenány běžné rezistentní reakce nebo byly zcela bez ztelných symptomů což indikuje, že k prolomení rezistence došlo pouze u Vf genu. Poznatky o virulenci patogena se mohou použít k studiu zdrojů rezistence a určení výchozího šlechtitelského materiálu a rovněž k rajonizaci rezistentních odrůd.

### Summary

The objective of this study was evaluation of virulence by pathogen *Venturia inaequalis* (Cooke)Wint. caused apple scab in orchards with broken resistance. Virulence of pathogen was evaluated on Vf resistant cultivars, scab sensitive cultivars and genotypes carrying other resistance genes used in apple breeding programs. Diverse reactions were observed in relation host – pathogen in specific conditions of four plantings. Stronger pathogen attacks were recorded in observed locations on cultivars 'Rubinola' and 'Otava' while cultivars 'Selena' and 'Rajka' were attacked fewer. Others tested genotypes showed common resistant reactions or any symptoms indicated breaking through Vf gene resistance. Virulence knowledge of the pathogen may be used for study of resistance resources and determination of the basic breeding material as well as to regionalization of resistant cultivars.

Jedním z aktuálních problémů pěstování jablek v ČR jsou narůstající výskyt strupovitosti na rezistentních odrůdách. Strupovitost jablek, jejímž původcem je houba *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., patří k nejvýznamnějším chorobám jablek. Potlačování této choroby je možné aplikací fungicidních přípravků ve vhodných intervalech během vegetačního období nebo pěstováním rezistentních odrůd ke strupovitosti. Chemická ochrana je velmi nákladná a proto jsou šlechtitelé v různých zemích zaměřeni na vývoj rezistentních odrůd za účelem eliminovat tuto chorobu ve výsadbách jablek.

### Gen velkého účinku

Nejvíce využívaná forma rezistence v šlechtitelských programech je získaná z botanického druhu jablek *Malus floribunda* (klon 821). Gen byl identifikován a označen jako gen velkého účinku zkratkou Vf (Hough, 1944). Podle fenotypových projevů patogena na potomstvu jablek *M. floribunda* (klon 821) se zjistilo, že přítomný gen, označovaný Vf, způsobuje hypersenzitivní reakci. Na molekulárně genetické úrovni byly charakterizovány čtyři homology rezistentního genu Vf, které tvoří tzv. Vf



**Strupovitost jablek, jejímž původcem je houba *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., patří k jejím nejvýznamnějším chorobám**

region. Tyto homology genů byly označeny jako Vf1, Vf2, Vf3 a Vf4. Většina vyšlechtěných rezistentních odrůd obsahuje tento gen rezistence Vf, která je nazývána monogenní.

V současné době je ve šlechtění jablek na rezistenci ke strupovitosti nejvíce využíváno šest genů (lokusů), u nichž byla rezistence vůči houbě *V. inaequalis* prokázána jako monogenně podmíněná. Jedná se o lokusy: Vf (pocházející z okrasné jablek *M. floribunda* (klon 821), Vm (z planého druhu *M. micromalus*), Vr (z *M. pumila*, R12740-7a), Vbj (z *M. baccata* jackii), Vb (z 'Hanssen' *Baccata* #2) a Va (z 'Antonovky' PI 172623)

(Hough, 1944; Dayton and Williams, 1968; Dayton and Williams, 1970; Hough et al., 1970). Posledními výzkumy byl identifikován lokus Vg u odrůdy 'Golden Delicious', ačkoli původ tohoto genu je zatím neznámý. V některých případech se odolnost, považovaná zpočátku za monogenně založenou, později ukázala být podmíněna dvěma nebo několika různými geny resp. lokusy, jako např. u *Malus pumila* a R12740-7A. Geny lokusy Vr, Vx (Hemmat et al., 2002), Vh2 a Vh4 (Bus et al., 2000) jsou identifikovány podle fenotypových rozdílů v reakci na infekce strupovitostí. Vr a Vh2 se projevují hvězdicovitě nekrotizovanými tečkami, zatím-

co Vx a Vh4 poskytují typickou bodovou reakci. Rezistence není absolutní termín, často bývá zaměňována s pojmem imunita. V našem případě se vztahuje ke schopnosti rostliny čelit činnosti nebo překonat účinky patogena. Rezistence je tudíž rovněž kvantitativní znak. Proto v potomstvech, vzniklých křížením odrůd s monogenně podmíněnou odolností s odrůdami citlivými, můžeme pozorovat celou škálu různých reakcí. Tyto reakce se pohybují od tečkovitých bodů a chlorotických skvrnek až po různou četnost skvrn s různě silnou sporulací rozdělených do čtyř skupin, přičemž hybridy se slabšími projevy (první dvě skupiny) jsou považovány za rezistentní (Chevalier et al., 1991).

### Prolomení rezistence

V západní Evropě se objevily dvě rasy patogena překonávající Vf rezistenci. Rasa č. 6 je nyní již rozšířena v severní části Německa, v Nizozemsku a v menším rozsahu i v některých dalších státech Evropy (Parsi et al., 1993). Rasa č. 7 se rozšiřuje z Anglie (Roberts and Crute, 1994). V České republice bylo zaznamenáno prolomení rezistence Vf genu poprvé v roce 2006 a to hned ve

## Materiál a metodika

Zvolené lokality a pokusné období	Břasy, Spálené Poříčí, Žernov, Buková Lhota; 2006 – 2009
Sledované organismy	<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke)Wint.
Testované odrůdy	'Angold', 'Florina', 'Gala', 'Goldstar', 'Melodie', 'Otava', 'Rajka', 'Rubinola', 'Selena', 'Topaz', 'Vanda'
Testované genotypy	Geneva, M. Dolgo, OR45T132, TSR33T239, 9AR2T196, 9AR2T128
Uspořádání pokusů	odrůdy a genotypy hodnoceny v blocích s opakováním
Prováděná hodnocení	hodnocení provedeno po sekundárních infekcích na listech
Metodika hodnocení	modifikované stupnice 1 – 9 (Lateur and Populer, 1994)
Stupnice hodnocení	1 : 0%, 2 : 1 – 5%, 3 : mezist., 4 : ± 25 %, 5 : mezist., 6 : ± 50 %, 7 : ± 75 %, 8 : > 90 %, 9 : nad 90%

čtyřech lokalitách. Jedná se o výsadby v Břasech a Spáleném Poříčí na Plzeňsku, Žernově na Semilsku a Bukové Lhotě u Benešova. Závislost rezistence proti strupovitosti na lokusu Vf a jeho všeobecné rozšíření vedlo k zúžení genové výbavy tržních odrůd, což způsobuje rozdílné projevy ve virulenci patogena

na Vf rezistentních odrůdách. Podle fenotypových projevů odrůd k patogenu strupovitosti je zřejmé, že v procesu šlechtění dochází ke ztrátě části genů v odrůdách nesoucích Vf gen. Rozdílné projevy odrůd jsou hodnoceny ve čtyřech výsadbách, kde došlo k prolomení rezistence v roce 2006.

## Vlastní výsledky

V lokalitách s výskytem strupovitosti na rezistentních odrůdách byla sledována intenzita napadení na rezistentních odrůdách. Jedná se o lokality Břasy a Spálené Poříčí v západních Čechách, Žernov ve východních Čechách a Buková Lhota ve středních

Čechách. Hodnoceny byly první stromy v řadách, u kterých byla vynechána chemická ochrana proti strupovitosti. Napadeny byly odrůdy 'Angold', 'Florina', 'Goldstar', 'Melodie', 'Otava', 'Rajka', 'Rubinola', 'Selena', 'Topaz' a 'Vanda' nesoucí gen Vf. Odrůda 'Angold' nesoucí gen Va v lokalitě Břasy a Buková Lhota napadena nebyla, v některých letech se projevil reakce typické pro rezistenci genu Va. Jako kontrola byla použita ke strupovitosti citlivá odrůda 'Gala', která byla ve všech lokalitách silně napadena. Do sledovaných výsadeb byly naroubovány genotypy M. Dolgo, TSR33T239, OR45T132, 9AR2T196, 9AR2T128 a Geneva, které zahrnují další geny rezistence využívané ve šlechtění jabloní. U těchto genotypů k napadení rostlin strupovitostí nedošlo, v letech 2006 a 2008 se objevily hypersenzitivní reakce s nesporulujícími lézemi, které jsou zařazovány do skupin 1 a 2 čtyřbodové stupnice, což jsou reakce rezistentního hybridního potomstva (Chevalier et al., 1991). Ve všech čtyřech sledovaných lokalitách se tudíž jedná o prolomení rezistence Vf genu (lokusu) získaného křížením druhu M. floribunda. Stupeň napadení byl variabilní v jednotlivých letech sledování. Rok 2007 se vyznačoval velmi teplou zimou, během níž došlo k rozložení velkého množství infikovaných jablonových listů, výsledkem byl malý výskyt věreck s askosporami jako zdroje primární infekce. Teplá a suchá počasí v jarních měsících navíc dále limitovalo primární infekce, které se objevily se značným zpožděním oproti průměrným roků, podle lokalit až v období června a července. V ostatních letech hodnocení byl infekční tlak a výskyt strupovitosti vzhledem k průběhu počasí vyšší. Výsledky

**Tab. 1 – Hodnocení intenzity napadení rezistentních odrůd ve výsadbách v roce 2006 – 2009; symptomy na listech (dle modifikované stupnice 1 – 9, Lateur and Populer, 1994)**

Odrůda	Gen	Lokalita	2006	2007	2008	2009
			Stupeň (1 – 9)			
'Angold'	Va	Břasy	1	1	1	1
		Buková Lhota	1	2	1	2
'Florina'	Vf	Buková Lhota	4	2	5	5
'Gala'	0	Břasy	8	5	8	8
		Buková Lhota	8	6	8	8
		Spálené Poříčí	8	5	8	8
		Žernov	7	4	7	8
'Goldstar'	Vf	Břasy	5	3	5	6
		Buková Lhota	6	4	7	7
		Žernov	7	4	7	7
'Melodie'	Vf	Břasy	2	2	7	7
'Otava'	Vf	Břasy	8	4	8	8
'Rajka'	Vf	Spálené Poříčí	6	4	6	6
		Žernov	2	2	2	0
'Rosana'	Vf	Břasy	5	3	6	6
'Rubinola'	Vf	Břasy	8	4	8	8
		Buková Lhota	7	4	8	8
		Spálené Poříčí	7	4	7	7
		Žernov	2	2	2	0
'Selena'	Vf	Břasy	6	4	6	6
		Buková Lhota	3	2	5	5
		Spálené Poříčí	3	2	4	4
'Topaz'	Vf	Břasy	7	4	7	7
		Buková Lhota	6	4	7	7
		Spálené Poříčí	6	4	6	6
		Žernov	7	4	7	7
'Vanda'	Vf	Břasy	6	3	6	6

# Ovocnářství



V porovnání s ostatními sledovanými odrůdami, se na kultivaru 'Selená' (Buková Lhota 11. 10. 2006) projevovaly příznak patogene strupovitosti v menší míře



Jednou z odrůd, na které se projeví silnější projevy patogene strupovitosti ve sledovaných oblastech byla 'Rubinola' (Buková Lhota 11. 10. 2006)



Topaz' – Buková Lhota 11. 10. 2006

hodnocení jsou uvedeny v tabulce 1. Silnější projevy patogene byly zaznamenány ve sledovaných oblastech na odrůdách 'Rubinola' a 'Otava', zatímco méně byly napadeny odrůdy 'Selená' a 'Rajka'. Odrůdy 'Rajka' a 'Rubinola' v lokalitě Žernov se nacházely v části výsadby, kde nebylo ohnisko výskytu strupovitosti jako na dalších rezistentních odrůdách ('Topaz' a 'Goldstar'). V roce 2009 tyto dvě odrůdy již nebyly hodnoceny z důvodu zrušení výsadby.

## Význam šlechtění

Vyšlechtění rezistentních odrůd a jejich zavádění do pěstování je významné z hlediska snižování nepříznivého dopadu používáním chemických prostředků na potlačení chorob na životní prostředí člověka

a narušování ekologické rovnováhy biocenózy sadů. Význam šlechtění jabloní na rezistenci ke strupovitosti je důležitý nejenom v usnadnění ochranných opatření, ale i možnosti pěstovat v oblastech zamořených nebo ohrožených škodlivým činitelem odrůdy s jinými geny rezistence k dané rase či populaci strupovitosti. Praktickým využitím je rajonizace rezistentních odrůd na základě výskytu virulentních populací patogene k specifickým genům rezistence. Výběr odrůd jabloní nesoucích jiný gen rezistence než Vf gen je však velmi omezený. V nabídce pro pěstitele lze přece jen najít odrůdy s jinými geny rezistence, například 'Angold', 'Produkta' a 'Reglindis' s genem Va a odrůdy 'Regia', 'Reka' a 'Realka' s genem Vh4. Tyto uvedené odrůdy lze úspěšně pěstovat i v oblastech, kde

došlo k prolomení Vf genu. Je nutno si však uvědomit, že rezistence odrůd není trvalou vlastností, neboť neustále probíhající hybridizace a tvorba nových mutantů patogenů vedou dříve nebo později ke vzniku nových ras prolamujících rezistenci pěstovaných odrůd. To se jeví jako výzva pro šlechtitele ve směru rezistentního šlechtění odrůd s kumulovanými geny rezistence k patogenu.

## Sledování na mezinárodní úrovni

S vývojem molekulární genetiky bylo možno v několika posledních letech na molekulární úrovni identifikovat 17 genů (lokusů) rezistence označovaných jako monogenní (Bus et al. 2009). Na základě těchto nových poznatků byl založen mezinárodní projekt koordinovaný švýcarskou výzkumnou stanicí (ACW Research Centre Wädenswil) zahrnující více než 11 zemí po celém světě zabývající se monitoringem virulence patogene *V. inaequalis*, která je sledována na hostitelských genotypech rodu *Malus* nesoucích jednotlivé lokusy rezistence (<http://www.vinquest.ch>). Soubor hostitelských rostlin k monitoringu byl narubován na podnože též ve VŠÚO Holovousy, kde jsou v současné době genotypy připraveny k výsadbě na trvalé stanoviště k dalšímu sledování.

## Výskyt prolomení rezistence v ČR

V České republice bylo zaznamenáno prolomení rezistence Vf genu poprvé v roce 2006 a to hned ve čtyřech lokalitách. Jedná se o výsadby v Břasech a Spáleném Poříčí na Plzeňsku, Žernově na Semilsku a Bukové Lhotě u Benešova. V roce 2008 byl výskyt strupovitosti na rezistentních odrůdách zaznamenán v lokalitách Rohozec u Brna a Branice u Bechyně. Symptomy strupovitosti na rezistentních odrůdách byly též hlášeny z lokalit u Mnichova Hradiště, Železného Brodu a Choustníkova Hradiště. Slabé příznaky byly též hlášeny z lokality Střížovice u Turnova. V roce 2009 se objevila strupovitost na rezistentních odrůdách v lokalitě Milčice u Pačejova a v pokusné výsadbě

VÚRV na Ruzyni. V obou případech byla prolomena Vf rezistence. Oblasti s výskytem strupovitosti na rezistentních odrůdách v letech 2006 – 2009 jsou znázorněny na mapě. Monitoring výskytu strupovitosti je prováděn na celém území České republiky.

## Ochranná opatření

Postižené výsadby rezistentních odrůd s výskytem strupovitosti je nezbytné zařadit do běžného režimu chemické ochrany jako u odrůd citlivých ke strupovitosti. Ve všech výsadbách rezistentních odrůd na celém území České republiky je doporučeno provádět preventivní postřiky v době primárních infekcí vedoucích ke snížení infekčního tlaku a nebezpečí prolomení rezistence. Je možné použít klasické měďnaté přípravky, které jsou povoleny i v ekologickém zemědělství, případně z hlediska snížení akumulace mědi v životním prostředí použít kontaktní fungicidy (např. Delan). Závěrem lze na základě provedených hodnocení říci, že výsadby u kterých je prolomena Vf rezistence jsou z hlediska velikosti malé a kromě výsadeb v Břasech, Rohozci a Žernově izolované od sousedních výsadeb a dalšímu rozšiřování do okolí nedochází. Chemickými postřiky se v ohrožených oblastech na základě všeobecných doporučení preventivních postřiků výsadeb rezistentních odrůd daří redukovat patogene ve výsadbách s prolomenou rezistencí a zabránit tak dalšímu rozšiřování do okolních výsadeb.

Text  
Ing. Radek Vávra <sup>1)</sup>,  
Ing. Stanislav Boček, Ph.D. <sup>2)</sup>  
<sup>1)</sup> VŠÚO Holovousy, s. r. o.  
<sup>2)</sup> MZLU v Brně, ZF v Lednici  
Foto Ing. Radek Vávra

*Příspěvek byl zpracován za finanční podpory projektu QH 71172 MZe ČR Identifikace kmenů a ras strupovitosti (*Venturia inaequalis* Cke.Wint).*

*Článek byl odborně recenzován.*

*Seznam použité literatury je k dispozici u autora.*