

MENDLOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Zahradnická fakulta v Lednici

Ústav množení a šlechtění zahradnických rostlin



**PROLOMENÍ REZISTENCE K *VENTURIA INAEQUALIS*
(COOK) WINTER, PŮVODCI STRUPOVITOSTI JABLONĚ, U
REZISTENTNÍCH ODRŮD JABLONÍ NA ÚZEMÍ ČR**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Stanislav Boček, Ph.D.

Vypracovala:

Lucie Rohlíková

Lednice 2015

VLOŽIT ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou prací na téma „Prolomení rezistence k *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter, původci strupovitosti jabloně, u rezistentních odrůd jabloní na území ČR“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici, dne:

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Stanislavu Bočkovi, Ph.D. za odborné vedení a poskytnutí studijních materiálů při vypracování bakalářské práce. S poděkování nesmím zapomenout na pěstitele a sadaře Jižní Moravy, kteří mi ochotně pomohli s vyplňováním dotazníku a tím mi sdělili a konzultovali stav jejich sadů.

Velké poděkování patří mým rodičům a sestře za podporu při zpracování bakalářské práce a v celém mém studiu. Ráda bych poděkovala příteli Ing. Martinu Vymětalovi, za odborné konzultace při psaní mé práce. Nakonec nesmím zapomenout, s poděkováním Mgr. Petře Jakšíkové, která se podílela na stylistické a gramatické korektuře mé práce.

Obsah

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Strupovitost jabloně	11
3.1.1 Původce choroby	11
3.1.2 Symptomy na jabloních.....	12
3.1.3 Vývojový cyklus	13
3.2 Ochrana jabloní proti strupovitosti jabloně.....	16
3.2.1 Genetická ochrana.....	16
3.2.2 Mechanická ochrana.....	16
3.2.3 Chemická ochrana.....	17
3.2.4 Biopreparáty	19
3.2.5. Přípravky a pomocné prostředky na ochranu proti strupovitosti jabloně používané v ekologickém pěstování.....	19
3.3 Rezistence jabloní k <i>Venturia inaequalis</i> (Cook) Winter	20
3.3.1 Pojem rezistence.....	20
3.3.2 Typy rezistence	21
3.3.3. Šlechtění jabloní v České republice	22
3.3.4. Geny rezistence	23
3.3.5. Fyziologické rasy <i>Venturia inaequalis</i> (Cook) Winter	25
3.3.6 Prolomení rezistence v České republice	29
4 MATERIAL A METODY	31
5 VÝSLEDKY	33
6. DISKUZE.....	38
7 ZÁVĚR	41
8 SOUHRN, SUMMARY, KLÍČOVÁ SLOVA	42

10 SEZNAM LITERATURY	43
11 PŘÍLOHY	49

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Strupovitost jabloně na plodech (foto autor)

Obr. 2. Strupovitost jabloně na listech (foto autor)

Obr. 3. Životní cyklus patogena *Venturia inaequalis* (Cook) Winter (LÁNSKÝ a kol., 2005)

Obr. 4. Pseudoperithecium *Venturia inaequalis*

Obr. 5. Konidie *Venturia inaequalis* (HARTMAN)

Obr. 6. Askospory *Venturia inaequalis* (KLOUTVOROVÁ)

Obr. 7 Lokality s výskytem strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách v letech 2006-2011 (slepá mapa ČR, zanesení lokalit autor)

Obr. 8 Lokality s potvrzením výskytu strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách (Autor)

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Podmínky infekce houbou *Venturia inaequalis* (dle Millse) (BLAŽEK, 2001)

Tab. 2. Přehled donorů gene rezistence jabloní vůči *V. inaequalis* a jejich pojmenování (VÁVRA, 2013)

Tab. 3 Shrnutí původu ras *V. inaequalis* a náchylných druhů hostitele k daným rasám

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Přehled úspěšnosti dotazníku

Graf 2. Zastoupení rezistentních odrůd jabloní vůči *V. inaequalis* ve výsadbách ČR

Graf 3. Výskyt strupovitosti jabloní na rezistentních odrůdách jabloní

Graf 4. Výskyt strupovitost jabloně v sadech po ošetření fungicidy proti *V. inaequalis*

1 ÚVOD

Jabloň (*Malus* Mill.) je nejpěstovanějším ovocným druhem mírného pásma. Botanicky je řazen do řádu růžotvarých (*Rosales*), čeledi růžovitých (*Rosaceae*) a podčeledi jablokovitých (*Maloideae*). Rod *Malus*, zahrnuje až 35 druhů, přirozeně se vyskytujících v pásmu mírného podnebí.

Výsadby jabloní jsou vystaveny několika škodlivým patogenům, vyvolávajícím značné hospodářské ztráty. Mezi nejvýznamnější patogeny ve výsadbách jabloní jsou považovány *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, způsobující strupovitost jabloně, *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., vyvolávající padlí jabloně a bakterie *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl., původce spály růžovitých. V současnosti se stává významným patogenem také 'Candidatus Phytoplasma mali', původce fytoplazmové proliferace jabloně (VÁVRA, 2013).

Strupovitost jabloně, jejímž původcem je houba *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, v České republice způsobuje značné ekonomické roční ztráty v produkci. Napadené plody jsou nevzhledné a tudíž je nelze označit jako konzumní ovoce. Pěstitelé rovněž vynakládají finanční prostředky na chemickou ochranu. Aby byla zajištěna spolehlivá ochrana proti strupovitosti, je nutno, v závislosti na klimatických podmínkách, aplikovat ročně 15-20 chemických postřiků (BLAŽEK, 2001). K dostání jsou dobře propracované programy signalizace a široký výběr fungicidů. Poslední dobou dochází často k selhávání chemické ochrany. Což naznačuje, že patogen je schopný si vytvořit rezistenci k některým účinným látkám. Byla pozorována rezistence patogena k fungicidním přípravkům ze skupiny triazolů a strobilurinů (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

Nejlepší cesta, jak omezit škodlivost patogena *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, spolu s vhodnými agrotechnickými zásahy, je zařazení rezistentních odrůd do produkčních výsadeb. Pěstitel zařazením rezistentních odrůd do výsadeb a vhodným integrovaným systémem ochrany, může výrazně ovlivnit náklady na chemickou ochranu. Zároveň snižuje riziko obsahu reziduí pesticidů v plodech a snížení ekologické zátěže životního prostředí (LUDVÍK, 2011). Šlechtění rezistentních odrůd vůči

strupovitosti jabloně je procesem náročným, složitým a dlouhodobým. U většiny vyšlechtěných rezistentních odrůd je rezistence získána selekcí z klonu *Malus floribunda* 821. Jsou již ale známé fyziologické rasy houby *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, které mají schopnost tuto rezistenci překonat. Tato skutečnost nutí šlechtitele k hledání nových zdrojů rezistence, vzájemnému kombinování těchto zdrojů rezistence s cílem k dosažení trvanlivosti rezistence. Šlechtitelské programy na celém světě usilují o získání trvalé rezistence k *Venturia inaequalis* (Cook) Winter (BLAŽEK, 2000).

V roce 2014 dosahuje celková výměra ovocných sadů v ČR dle statistického šetření Českého statistického úřadu 22 949 ha, z toho je 16 524 ha produkčních plodných sadů. Největší plochy sadů se nacházejí v kraji Jihomoravském (6 168 ha) a Středočeském (3 999 ha), následuje kraj Královéhradecký (2 804 ha) a Ústecký (1 822 ha). Značně nepříznivým jevem je však jejich věková struktura, kdy přestárlé sady (v poklesu plodnosti) v roce 2014 představovaly téměř 47% podíl na celkové výměře produkčních sadů.

Spotřeba ovoce v ČR se od začátku hospodářské krize před pěti lety snížila asi o pětinu. Zatímco v roce 2009 na jednoho obyvatele připadala spotřeba 90,4 kg ovoce, v roce 2012 to bylo 74,6 kg, tj. snížení o 17,5 %. Největší pokles (téměř o 30 %) postihl jablka, která jsou tradičně ovocem s nejvyšší spotřebou. Na spotřebě se negativně projevuje i nižší koupěschopnost obyvatel v posledních letech a rovněž i vyšší ceny ovoce v obchodech. Na nižší spotřebě se také odráží stále nižší samozásobení obyvatelstva ovocem ze zahrádek (BUCHTOVÁ, 2014).

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vypracování literárního přehledu o současných strategiích a metodách ve šlechtění jabloní na rezistenci k *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, původci strupovitosti jabloně. Cílem bylo charakterizovat používané donory rezistence a podat přehled komerčně úspěšných odrůd, včetně genotypů dále užívaných ve šlechtění. Charakterizovat patogen *Venturia inaequalis* se zaměřením na populace, překonávající geny rezistence.

Dále podat statistický přehled o rozšíření rezistentních odrůd na území České republiky, zjistit jejich podíl v produkčních výsadbách. Na základě publikovaných údajů i formou dotazníku, mezi šlechtiteli a pěstiteli, zjistit současnou situaci s výskytem strupovitosti jabloně na dříve deklarovaných rezistentních odrůdách.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Strupovitost jabloně

Jednou z nejvýznamnějších houbových chorob v České republice, ale i z celosvětového hlediska, je právě strupovitost jabloně („appl scab“) (KÚDELA, KOCOUREK a BÁRNET, 2012). Houba napadá všechny orgány rostliny mimo kořeny. Způsobuje značné kvalitativní a kvantitativní ztráty na jablkách. Proti strupovitosti jabloní se během vegetace provádí až 20 chemických ošetření. Tato chemická ošetření však do jisté míry ovlivňují kvalitu plodů (BLAŽEK, 2001).

3.1.1 Původce choroby

Původcem onemocnění strupovitosti jabloně je vřeckovýtrusná houba *Venturia inaequalis*, přímo tedy její konidiové stádium *Spilocaea pomi* Fr. Ex. Fr. (syn. *Fusicladium dendritium* Fuck.) (LÁNSKÝ a kol., 2005).

Podle KÚDELY, KOCOURKA et al. (2002) je její taxonomické zařazení následující:

Říše: *Fungi*

Kmen: *Ascomycota*

Třída: *Ascomycetes*

Řád: *Pleosporales*

Čeleď: *Venturiaceae*

Rod: *Venturia* Sacc. 1882

Druh: *Venturia naequalis* (Cooke) Wint. 1897

Anamorpha: *Spilocaea pomi* Fr. Ex. Fr. 1825

Mezi hostitelské rostliny houby patří celá řada druhů rodu *Malus* Miller, především jabloň domácí (*Malus domestica*), jabloň lesní (*Malus silvestris*) a další, významné jsou pak rozdíly mezi jednotlivými odrůdami. Strupovitost jabloně se též vyskytuje u rodů *Crataegus* L., *Pyracantha* M. Roem. a u druhu *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindley (HLUCHÝ a kol., 1997).

3.1.2 Symptomy na jabloních

Patogen napadá listy, květy a plody jabloní, výjimečně letorosty rostliny. Z obou stran listové čepele vznikají sazovité, různě velké skvrny. Obdobné skvrny vznikají i na květech a plodech. Silně napadené květy a malé plůdky opadávají (HLUCHÝ, 1997). Na starších plodech se napadení projevuje různě velkými skvrnami šedočerné barvy. Pokožka plodů v místě napadení korkovatí a dochází k jejímu praskání. Takovéto poškození plodů je hlavní vstupní branou pro choroby, které způsobují hnilobu plodů (JUROCH, 2010). Dozrálé plody jsou vlivem napadení nevzhledné, tvarově zdeformované a popraskané. Výnosy se tak snižují o 20 – 40 %, plody se tak stávají nestandardním zbožím (BEDNÁŘ, 2003). Při skladování ovoce může docházet k tzv. pozdní (skládkové) strupovitosti, kdy se na zdravých zralých plodech vytvářejí černé skvrnky (LÁNSKÝ a kol., 2005).



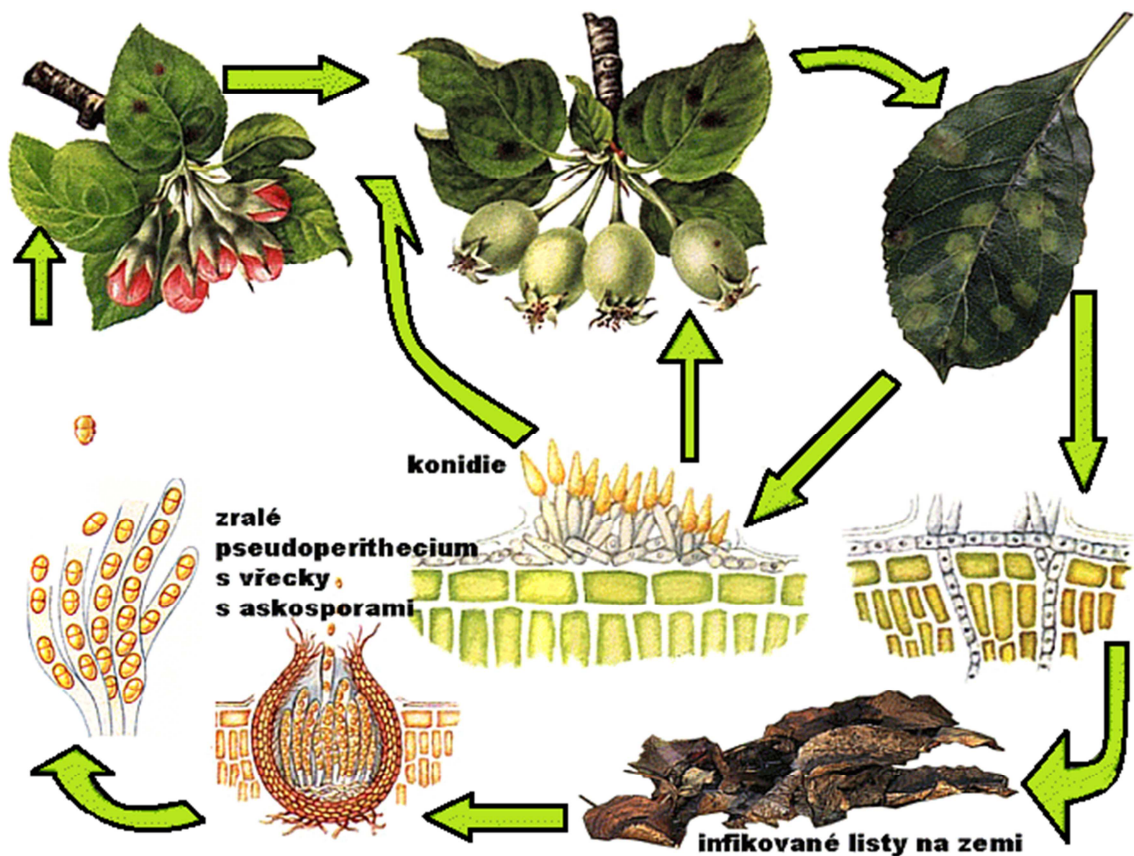
Obr. 1. Strupovitost jabloně na plodech (foto autor)



Obr. 2. Strupovitost jabloně na listech (foto autor)

3.1.3 Vývojový cyklus

Venturia inaequalis je fakultativní parazit. Její pohlavní i nepohlavní stádia se vytvářejí v úsecích, které na sebe ve vývojovém cyklu navazují. Každé stádium má velmi odlišné ekologické nároky. Během vývojového cyklu přechází houba ze způsobu parazitické výživy (nepohlavní stádium – anamorfa) do období saprofytického přežívání (pohlavní stádium – teleomorfa) (JUROCH, 2010).



Obr. 3. Životní cyklus patogena *Venturia inaequalis* (Cook) Witer (LÁNSKÝ a kol., 2005)

Houba přezimuje v pletivech napadených listů, kde se vyvíjí plodnice (pseudoperithecia). Pseudoperithecia na jaře dokončí svůj vývoj a dozrávají v askospory (LÁNSKÝ a KNEIFL, 2000).



Obr. 4. Pseudoperithecium *Venturia inaequalis*

(<http://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/avversita/avversita-per-nome/immagini-e-documenti/ticchiolatura-del-melo/aschi-e-ascospore-di-venturia-inaequalis/image>)

Askospory mají za příčinu primární infekci, bývají zralé již v době rašení hostitelské rostliny, nejpozději však do fáze myšího ouška. Askospory dozrávají postupně a uvolňují se v závislosti na průběhu počasí. V nejteplejších oblastech dochází k uvolňování v druhé polovině dubna a pokračuje až do poloviny června. Nejintenzivnější uvolňování askospor je však v období fenofáze hostitelské rostliny, kterou označujeme jako růžovění poupěte, až do období po odkvětu. Během těchto dvou týdnů se uvolní 90 – 95 % askospor (HLUCHÝ, 2008).



Obr. 5. Konidie *Venturia inaequalis* (HARTMAN)



Obr. 6. Askospory *Venturia inaequalis* (KLOUTVOROVÁ)

Konidie se vytváří po ukončení inkubační doby patogenu a to během fáze sporulace. Tvoří se od jara až do konce vegetace. Konidie jsou zdrojem sekundárních infekcí. Pro vyklíčení potřebují askospory i konidie vodu, pouze zvýšená vzdušná vlhkost pro vyklíčení nestačí. Pro infekci je nezbytná doba ovlhčení listů v závislosti na teplotě. Doba ovlhčení potřebou ke splnění podmínek pro vznik infekce při určité teplotě vyjadřuje Millsova tabulka (BLAŽEK, 2001).

Tab. 1 Podmínky infekce houbou *Venturia inaequalis* (dle Millse) (BLAŽEK, 2001)

Průměrná teplota během ovlhčení (°C)	Doba nepřetržitého ovlhčení povrchu listu v hodinách nutná pro vznik infekce		
	slabé	střední	silné
0,5 - 5	déle než dva dny		více než 60
6	25	34	51
7	21	28	42
8	19	25	38
9	15	20	30
10	14	19	28
11	12	18	26
12	11	16	24
13	11	15	23
14	10	14	22
15	10	13	21
16	9	13	19
17 - 24	9	12	18
25	11	14	21
25,5	13	17	26

3.2 Ochrana jabloní proti strupovitosti jabloně

Ochrana jabloní proti strupovitosti jabloně patří k náročnějším pěstitelským zásahům. Pokud je však provedena dobře, nejsou vnímány problémy s kvalitou plodů.

Musí se dodržovat několik zásad pro efektivní potlačení strupovitosti jabloně. V nových výsadbách je lepší volit odrůdy, které nejsou náchylné, popřípadě odrůdy rezistentní.

3.2.1 Genetická ochrana

Genetickou ochranou se myslí především výsadba rezistentních odrůd vůči strupovitosti ve výsadbách integrovaného a ekologického pěstitelství. Zároveň výsadba těchto odrůd významným způsobem snižuje potřebu chemické ochrany. V monokulturách však ani rezistentní odrůdy nejde pěstovat v intenzivní produkci bez částečného užití fungicidního ošetření (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014). Částečné fungicidní ošetření je potřebné z důvodu, že při šlechtění odrůd se dříve spoléhalo pouze na jeden zdroj genu rezistence (*Vf*), výsledkem je vystavení odrůdy riziku prolomení rezistence ze strany patogenu. Proto u odrůd, které nesou právě tento zdroj rezistence je nutné, především v období největšího infekčního tlaku provádět fungicidní ošetření. Cílem je zpomalit šíření ras patogenu překonávajícího gen *Vf*. V případě prolomení rezistence se musí fungicidní ochrana proti strupovitosti jabloně provádět v plné míře (JUROCH, 2010).

3.2.2 Mechanická ochrana

Odstranění opadaných napadených jabloňových listů je preventivní metodou, která se provádí na podzim, bezprostředně po opadu listů. Odstranění zdrojů infekce je prováděno různými způsoby, s ohledem na časovou a finanční stránku pěstitele a jeho vybavení mechanickými stroji. Např. vysávání opadaných listů, shrabování a následný odvoz, mechanické rozdrčení a následné zapravení hmoty do půdy pomocí rotačního kypřiče. Spadené listy lze i kompostovat. Účinný je podzimní postřik listů 5% močovinou, který napomáhá rychlejšímu rozpadu listů v průběhu zimy (BLAŽEK, 2001).

Vědci z Wageningenu (Nizozemí) zjistili, že lze aplikací roztoku vinasy na spadené listí napadené strupovitostí jabloně, urychlit rozklad napadeného listí, a tím snížit výskyt houby v produkčních sadech. Vinasa, cukrový výpalek, tedy odpadní produkt při tvorbě řepného cukru, snižuje výskyt strupovitosti jablek až o 95 %. Aby byla účinnost snížení napadení takto vysoká, musí být dávka čisté vinasy na 1 hektar 200 – 400 litrů (VONDRÁŠKOVÁ, 2007).

Důležitá je také preventivní ochrana, např. likvidace spadného listí na podzim, ve kterých patogen přezimuje

3.2.3 Chemická ochrana

Při chemické ochraně je nutné mít na paměti, že chemické zásahy ve výsadbách bychom měli volit uváženě a používat v minimální míře. Je možno používat přípravky preventivně, a to v cca 7 – 10 denním rozmezí nebo volit ošetření před očekávanými dešťovými srážkami. V takovémto případě musí postřik zcela zaschnout na listech rostliny. Kurativní zásahy provádíme po splnění podmínek pro vznik infekce (Millsova tabulka). Další ošetření se provádí po šestém dnu a více dnech po předchozím ošetření. Volba přípravku se řídí dobou jeho kurativní nebo preventivní účinnosti. Při tomto způsobu ošetření musíme mít k dispozici spolehlivou signalizační techniku, výkonnou aplikační techniku a dostatek fungicidů s dlouhým kurativním účinkem, což je v dnešní době problém (LÁNSKÝ a kol., 2005). Fungicidy určené k ochraně proti strupovitosti jsou uvedeny v tabulce v příloze práce.

Pokud se používají k ochraně strobilurinové či triazolové fungicidy je nutné dodržet určité zásady, aby se snížilo riziko vzniku nebo rychlosti šíření rezistence vůči těmto přípravkům (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

Tabulku s fungicidy povolených v systémech integrované produkce k ochraně rostlin proti strupovitosti jabloní pro rok 2014 naleznete v příloze (Tab. I).

3.2.3.1 Kontaktní fungicidy

U kontaktních fungicidů účinná látka neproniká do rostliny, zůstává po aplikaci fungicidu na jejím povrchu pouze v místech, kam dopadla při aplikaci. Při aplikaci těchto fungicidů dbáme na dokonalé a rovnoměrné pokrytí rostliny postřikem.

Kontaktní přípravky se používají k preventivnímu ošetření. Nevykazují kurativní účinek nebo jen zcela omezeně. Kontaktní fungicidy se vyznačují nespecifickým vícebodovým působením. Především dobrým účinkem při nízkých teplotách, nejsou ovlivněny vznikem rezistence nebo je toto riziko vývoje velmi malé a jsou dobře využitelné v raných fázích vegetace. Na působení kontaktních fungicidů má negativní vliv větší množství srážek. Již asi 22 mm srážek výrazně snižuje jejich účinnost. Na začátku tvorby listů stačí běžné kontaktní přípravky, avšak v době největšího infekčního tlaku, tedy v období kvetení, je lépe použít nejúčinnější přípravky. Po odkvětu se doporučuje aplikace systémových přípravků, jejichž doba účinnosti je podmíněna teplotami vyššími než 12 °C. Vyskytují se zde jisté problémy spojené s použitím těchto přípravků. V době intenzivního růstu stromů a rychlého narůstání listové plochy dochází ke snížení („zředění“) pokryvu, tedy nově narůstající listy nejsou ošetřeny postřikem. Při intenzivních srážkách dochází k částečným smyvům přípravků, je tedy nutné opakovat aplikaci přípravků. Uvedené nevýhody lze omezit kombinací aplikací ve směsi se systémovými přípravky (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

Mezi kontaktní fungicidy patří na pomocné přípravky bázi síry a mědi, které působí preventivně. Pesticidy na bázi síry mají určitou účinnost na původce padlí jabloně a celou řadu houbových patogenů včetně *Venturia inaequalis*. Pro dosažení této účinnosti je třeba fungicidy aplikovat častěji a v kratších intervalech. Měďnaté fungicidy mají široké spektrum účinnosti včetně baktericidní účinnosti. Nejsou ohroženy vznikem rezistence, avšak při ošetření výsadby v období vegetace dochází k projevům fytotoxicity na plodech. Měď způsobuje silnou rzivost plodů, proto se tyto přípravky aplikují pouze brzy na jaře, nejpozději však do fenofáze zeleného poupěte (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

3.2.3.2 Systémové fungicidy

Účinná látka těchto fungicidů nepůsobí jen na povrchu rostlin, ale proniká do pletiv rostlin, kde je pomocí cévních svazků rozváděna po všech částech ovocné rostliny. Systémové fungicidy se vyznačují specifickým jednobodovým mechanismem účinku. Tento systém rozvádí účinnou látku akropetálně (od kořenů rostliny k jejím vrcholům), jsou tedy chráněny i nové přírůstky rostliny. Systémové fungicidy je lepší používat preventivně, důvodem je riziko vzniku a vývoje rezistence. Pokud bychom chtěli

používat systémové fungicidy proti strupovitosti kurativně, tedy až po napadení rostliny patogenem, museli bychom mít k dispozici spolehlivou signalizační techniku. Tato technika by pak na základě měření teploty a délky ovlhčení listů přesně určila dobu pro rozvoj patogenu. Zároveň se signalizační technikou musí mít pěstitel dostatek výkonné aplikační techniky a dostatek fungicidního přípravku s dlouhou kurativní dobou a to tak, aby byl schopný provést ošetření během jednoho dne. Problém nastává u fungicidního přípravku s dlouhým kurativním účinkem, takovýto přípravek na našem trhu není momentálně k dispozici. V posledních letech byla pozorována rezistence patogenu k fungicidům s kurativním účinkem, a proto se v současné době přechází k ošetření výsadeb těmito fungicidy pouze preventivně (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

3.2.4 Biopreparáty

Proti původci strupovitosti jabloně byly zkoušeny antagonistické houby *Athelia bombacina*, *Chaetomium globosum* a *Microsphaeropsis ochracea*. Aplikace houby *Athelia bombacina* těsně před opadem listu, je účinná především k potlačení produkce askospor a v menší míře podpoří také rozklad listů. *Chaetomium globosum*, která se aplikuje během sekundární infekce, snižuje počet potřeb pozdějších postřiků. Musíme dbát na správnou dobu aplikace těchto antagonistických hub, pokud se aplikace zpozdí, dochází ke snížení účinnosti (JUROCH, 2010).

3.2.5. Přípravky a pomocné prostředky na ochranu proti strupovitosti jabloně používané v ekologickém pěstování

Pro ekologické pěstování a po integrovaný systém ochrany je k dostání řada účinných přípravků proti všem hlavním patogenům a škůdcům, škodících na jabloních. Tyto přípravky jsou srovnatelné s chemickými přípravky, co se týče kvality ošetření či ekonomických nákladů na samotné pořízení těchto přípravků (RYCHLÁ, 2013).

Při ochraně proti strupovitosti jabloně jsou základem preventivní aplikace před vznikem infekce založené na mědnatých a sirných přípravcích (viz 3.2.3.1). Pro následné kurativní ošetření jsou k dispozici přípravky s účinnými látkami uhličitánem draselným, polysulfidem vápenatým nebo extrakty z mořských řas (FALTA a VÁVRA, 2010).

VitiSan, přípravek u něhož je základní účinnou látkou hydrogenuhličitan draselný, se používá kurativně na klíčící spory první až druhý den infekce. Aplikuje se od fáze vlašského ořechu. Při používání na mladé plody hrozí riziko vzniku rzivosti plodu (BAGAR, 2011).

Polysulfid vápenatý, kapalné listové hnojivo s obsahem síry a vápníku pro použití na ovocné dřeviny, má velmi dobré účinky na strupovitost jabloně a oproti elementární síře je možné použití i při nízkých teplotách (BAGAR, 2011).

Alginure obsahuje 24 % výtažku z mořských ras, výtažky z rostlin (algináty, laminaniny, cytokininy, proteiny, betainy, peptidy, sacharidy, hormony a další), fosfáty a fosfonáty ve formě draselných solí kyseliny fosforečné a fosforité (BAGAR, 2011). Při ochraně jabloní se Alginure používá především před květem. Po ošetření v průběhu květu a po květu by se mohla projevit rzivost plodu a snížení růstu listu. Aplikuje se jak preventivně (doporučuje se aplikovat v kombinaci s mědnatými fungicidy), tak kurativně. Doporučená dávka se uvádí 3 – 5 l/ha. kromě jabloní, dalších jádrovín a ovocných dřevin, je tento přípravek registrovaný i pro použití v ochraně révy vinné, brambor, rajčat, řepky, jahod nebo obilnin (BIOCONT LABORATORY, 2012).

3.3 Rezistence jabloní k *Venturia inaequalis* (Cook) Winter

3.3.1 Pojem rezistence

Rezistence neboli odolnost je schopnost hostitele potlačit nebo oddálit aktivitu patogenního agens. Je to tedy způsobilost hostitelskému organismu odolat nebo klást odpor škodlivému patogennímu faktoru, popřípadě schopnost změnit nebo překonat účinky tohoto škodlivého faktoru. Opakem rezistence je náchylnost, tedy neschopnost hostitele se bránit proti invazi patogenního agens, případně neschopnost překonat její následky napadení (KŮDELA a kol, 1989).

Pojem rezistence bývá často zaměňována s pojmem imunita. Rezistence je schopnost rostliny dědit určité vlastnosti, díky nimž dokáže rostlina čelit činnostem nebo překonávat účinky patogenu nebo jiného škodlivého faktoru (VÁVRA a BOČEK, 2009b).

Rezistence úzce souvisí s virulencí patogenu. Virulence (avirulence) je stupeň patogenity určitého kmene infekčního agens ve vztahu k určitému druhu hostitele za určitých podmínek. Jako měrná jednotka virulence nejčastěji slouží rozmnožovací schopnost patogenu v hostiteli, tedy jeho rychlost a vývoj sporulace (KŮDELA a kol, 1989).

Rezistence u druhu nebo odrůdy rodu *Malus* k *Venturia inaequalis* je označován jako projev hostitelské rostliny. Dochází k viditelné reakci hostitele na přirozenou infekci patogenu nebo dochází k menší kolonizaci subkutikulárního prostoru, menší sporulaci a tvorbě menších lézí s méně intenzivními reakcemi (chlorotické nebo nekrotické skvrny, bodová rekce – „pin-point pits“) nebo k tvorbě menšího počtu lézí ve srovnání s projevem choroby na jiném hostiteli. Náchylnost odrůdy znamená, že ve stavu hostitele, který je napaden, se projevují vytvořením sportujících lézí na listech nebo plodech (VÁVRA, 2013).

3.3.2 Typy rezistence

I když je hlavním hostitelem houby *Venturia inaequalis* rod *Malus*, všechny jeho genotypy nejsou stejně citlivé k tomuto patogenu. Citlivost je neschopnosti infikovaného hostitele snášet činnost patogenního organismu bez více nebo méně silné reakce, což vyúsťuje ve vznik různě silných symptomů a poškození. Při určitých podmínkách, je možné, aby genotyp dosáhl plné polní odolnosti. Polní rezistenci lze definovat jako rezistenci, která poskytuje účinnou ochranu proti patogenu v přirozených polních podmínkách (KŮDELA a kol, 1989). Rezistence určitého genotypu může být buď konstitutivní, nebo založená na postinfekční reakci (GESSLER et al., 2006).

Rezistenci, která je dána vzájemným projevem několika genů (lokusů) umístěných na jiných chromozomech, nazýváme jako rezistenci kvantitativní. Lokusy kvantitativně dědičných znaků jsou úseky DNA, které jsou spojeny s daným fenotypovým projevem. Tato rezistence bývá polygenního charakteru a je výsledkem kombinací několika lokusů genu, které malou částí přispívají k celkové rezistenci. Takto založená rezistence nepodléhá Mendelovým zákonům dědičnosti (VÁVRA, 2013).

Z hlediska dědičnosti se rozlišuje podle MacHARDYHO (1996) rezistence k *Venturia inaequalis* na rezistenci založenou jedním genem (monogenní), založenou několika geny (oligogenní), nebo založenou mnoha geny (polygenní).

MacHARDY (1996) rozlišuje projevy fenotypu z hlediska účinku genu na major geny a minor geny. Major geny jsou geny velkého účinku a jsou zodpovědné za kvalitativní rezistenci. Minor geny, geny účinku malého, se považují za geny zodpovědné za kvantitativní rezistenci.

3.3.3. Šlechtění jabloní v České republice

V České republice se šlechtěním odrůd odolných či rezistentních ke strupovitosti zabývá již řadu let několik pracovišť (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014).

Prvním pracovištěm je VŠÚO Holovousy s.r.o., odtud pochází odrůdy 'Angold', 'Julia', 'Klára', 'Nabella', 'Produkta', 'Resista', 'Selena', 'Zuzana' a další. Z Ústavu experimentální botaniky Akademie věd České republiky, pracoviště ve Střížovicích, jsou to pak odrůdy 'Admiral', 'Aneta', 'Goldstar', 'Hana', 'Jolana', 'Karmína', 'Lotos', 'Opál', 'Otava', 'Rajka', 'Rosana', 'Rozela', 'Rubinola', 'Sirius', 'Svatava', 'Topaz', 'Vanda' a mnoho dalších. V neposlední řadě se nesmí zapomenout na soukromého šlechtitele pana Otta Loudu ve Střížovicích, autora odrůdy 'Melodie'.

Nyní je zaměřena pozornost na ontogenickou rezistenci, která byla pozorována u jabloní v jarním období, asi 12 dní po rozvinutí listu. Ontogenická rezistence je zvyšující se odolnost stárnujících rostlinných pletiv hostitele vůči patogenu (VÁVRA, 2013). Ontogenická rezistence je rasově nespecifická a listy a plody se stávají vůči patogenu odolnější s dozráváním pletiv. Tato rezistence je spíše považována za faktor zpomalující parazita ve vývoji než vzájemnou nesnášenlivost (KORBELOVÁ, 2014).

Mezi náročnější šlechtění patří šlechtění založené na QTL (Quantitative Trait Loci), u tohoto typu šlechtění často dochází jen k částečnému přenosu rezistence na potomstvo. Takto založená rezistence se označuje jako neúplná rezistence. Rezistence kvalitativní je přenášena na potomstvo dle Mendelových zákonů. Většinou je přenesen pouze jeden gen, popřípadě odpovídající počet genů, které jsou odpovědné za danou rezistenci (VÁVRA, 2013).

Šlechtitelské programy nejen v České republice ale i na celém světě usilují vedle získání trvalé rezistence k *Venturia inaequalis* o vyšlechtění odrůd odolných i k ostatním hospodářsky významným patogenům jako je např. houba *Podoshiera leucotricha* (Ell et Ev) Salm., původce choroby padlí jabloně, houba *Monilinia fructigena* Aderh., původce moniliové hniloby jaderovin nebo bakterie *Erwinia amylovora* (Burr.) Winsl., původce choroby spála jabloňovitých, ale i odrůd odolných k fyziologickým poruchám (např. fyziologická skvrnitost plodů) a živočišným škůdcům (mšice jitrocelová, sviluška ovocná) (BLAŽEK, 2000).

Další šlechtitelské programy usilují nejen o získání odolnosti vůči strupovitosti jabloně, ale také o dosažení nezbytných požadavků z hlediska širšího komerčního využití. Tím je myšleno vyšlechtění odrůd od velmi raně po velmi pozdně dozrávající, a odrůdy pro stolní či průmyslové využití (ŘEZNÍČEK, 2000).

3.3.4. Geny rezistence

Nejvýznamnějším zdrojem rezistence využívaným ve šlechtění jabloní na rezistenci vůči *Venturia inaequalis* je *Malus floribunda* Sieb. – klon 821, který předává odrůdám jabloní monogenní rezistenci řízenou dominantní alelou *Vf*. Dalším důležitým monogenním (oligogenním) zdrojem je *Malus atrosanguinea* 804 a *Malus micromalus* 24538 (gen *Vm*), selekce ‘Antonovka’ PI 172623 (gen *Va*), tzv. ruský semenáč - *Malus pumila* R12740–7A (gen *Vr*), ‘Hansens baccata #2’ (gen *Vb*) a *Malus baccata jackii* (gen *Vbj*). Tyto geny historicky tvoří 6 základních majorgenů (*Vf*, *Va*, *Vr*, *Vbj*, *Vm*, a *Vb*), používaných ve šlechtění nových rezistentních odrůd jabloní. Dodávají různé stupně rezistence pohybující se v rozmezí hodnot třídy 0-3 b napadení patogenem (VEJL et al., 2003).

Nejčastěji využívaným genem ve šlechtění k rezistenci vůči strupovitosti jabloně je gen (*Vf*), který se využívá jako majorgen (McHARDY, 1996). U většiny světových odrůd se uvádí, že nesou gen *Vf*, rezistentní vůči *V. inaequalis*, a to i přes to, že tato podmíněná rezistence byla již překonána vlivem nových virulentních ras *V. inaequalis*. Postupně byly objevovány další geny rezistence, jako např. gen *Vg* v odrůdách ‘Golden Delicious’, ‘Prima’ a ‘Florina’ (BÉNAOUF a PARISI, 2000), objevili geny *Vh2* a *Vh4* v *M. pumila* R12740–7A. HEMMAT a BROWN (2002) identifikovali v *M. pumila*

R12740–7A gen rezistence, který je zodpovědný za hypersenzitivní reakci („pin–point pit type“), označil ho jako gen *Vx*. Další gen rezistence byl objeven u *M. pumila* R12740–7A, který byl označen *Vr2*. (PATOCCHI et al., 2003). BUS et al. (2005b) s využitím molekulárních markerů objevili gen rezistence v potomstvech se zpětným křížením *M. sieversii* původem z Kazachstánu. Tento nový gen rezistence byl označen *Vh8*. FISHER (2000) považuje za velice zajímavý zdroj rezistence ke strupovitosti jabloně *M. pumila* R12740–7A (ruský semenáč) a jeho potomstva, protože rezistence je zde podle autora založena více majorgeny a několika genyminor. BUS et al. (2012) uvádí, že společně s genem *Rvi10* (*Va*) je ‘Antonovka’ nositelem dalšího genu rezistence *Rvi17* (*Va1*), tento gen rezistence byl až do nedávna řazen právě pod gen *Va*.

BUS et al. (2009) navrhli nový systém nomenklatury R genu a QTL, který lépe vystihuje vztah hostitele a patogenu. Geny rezistence k patogenu *V. inaequalis* jsou pojmenovány jako *Rvik*, kde písmeno *R* značí gen rezistence, *vi* informuje o patogenu *V. inaequalis*, *k* pak označuje hostitelský reprezentativní genotyp, shodující gen avirulence patogenu je pak označený *avrRvik*. Například gen *Vf* je nově označován *Rvi6* a gen avirulence patogenu *avrVf* je nově označován *avrRvi6*.

V následujícím textu jsou geny rezistence označovány podle nově navrženého systému. Přehled o donorech genu rezistence jabloní vůči patogenu *V. inaequalis* a jejich pojmenování jsou uvedeny v níže uvedené tabulce (Tab. 2.).

Tab. 2. Přehled donorů genů rezistence jabloní vůči *V. inaequalis* a jejich pojmenování (VÁVRA, 2013)

Donor rezistence	Geny rezistence		Avirulence <i>V. inaequalis</i>	Projevy fenotypu
	Starý název	Nový název	Nový název	
‘Golden Delicious’, ‘Prima’, ‘Florina’	<i>Vg</i>	<i>Rvi1</i>	<i>avrRvi1</i>	nekróza
Ruský semenáč TSR34T15	<i>Vh2 = Vr</i>	<i>Rvi2</i>	<i>avrRvi2</i>	hvězdčicovité nekrózy
		<i>Rvi3</i>	<i>avrRvi3</i>	
Ruský semenáč TSR33T239	<i>Vh4 = Vx = Vr1</i>	<i>Rvi4</i>	<i>avrRvi4</i>	hypersenzitivita
<i>Malus atrosanguinea</i> 804 <i>Malus micromalus</i> 24538	<i>Vm</i>	<i>Rvi5</i>	<i>avrRvi5</i>	hypersenzitivita
<i>Malus floribunda</i> 821	<i>Vf</i>	<i>Rvi6</i>	<i>avrRvi6</i>	chloróza, nekróza
<i>Malus floribunda</i> 821	<i>Vhf</i>	<i>Rvi7</i>	<i>avrRvi7</i>	hypersenzitivita - "pin-point pits"
<i>Malus sieversii</i>	<i>Vh8</i>	<i>Rvi8</i>	<i>avrRvi8</i>	
		<i>Rvi9</i>	<i>avrRvi9</i>	
‘Antonovka’	<i>Va</i>	<i>Rvi10</i>	<i>avrRvi10</i>	hypersenzitivita typu pit-type
‘Hansens baccata #2’	<i>Vb</i>	<i>Rvi12</i>	<i>avrRvi12</i>	chloróza
‘Durello di Forli’	<i>Vd</i>	<i>Rvi13</i>	<i>avrRvi13</i>	hvězdčicovité nekrózy
‘Dülmener Rosenapfel’	<i>Vdr1</i>	<i>Rvi14</i>	<i>avrRvi14</i>	chlorózy
<i>Malus baccata jackii</i>	<i>Vbj</i>	<i>Rvi11</i>	<i>avrRvi11</i>	chloróza, nekróza

3.3.5. Fyziologické rasy *Venturia inaequalis* (Cook) Winter

Již ADERHOLD (1899) pozoroval, že patogen *V. inaequalis* může být rozdělen do odlišných fyziologických izolátů, které se odlišují schopností indukovat sporulující léze nebo skvrny na různých druzích.

V roce 1971 bylo identifikováno 19 avirulentních (*Avr*) alel, pojmenovaných p-1 až 1-19, byly stanoveny podle interakce mezi některými patogenními kmeny a řadou hostitelů rodu *Malus*, které vykazují velký počet potencionálních patotypů. V tomto patosystému bylo definováno sedm ras, ke kterým později přibyla rasa osmá. Rasy jsou řazeny podle schopnosti překonávat zdroje rezistence používané šlechtiteli (BÉNAOUF a PARISI, 2000).

Jako rasa je označována populace patogenu *V. inaequalis* nesoucí specifický znak virulence nebo avirulence na specifických genotypech (odrůdách) rodu *Malus* Mill., které se označují jako identifikační. Tyto rasy byly speciálně vyčleněny a definovány šlechtiteli proto, že jsou schopné vyvolat tvorbu sporulujících lézí na druzích a selekcích (genotypech, odrůdách) rodu *Malus* Mill, které byly dříve známy jako rezistentní (MacHARDY, 1996). Odrůdy vytváří selekční tlak na biotypy patogenu, které se zpětně projeví na odrůdě zvýšenou virulencí. Přítomnost většího množství odlišných ras znamená vyšší infekční tlak (SIEROTZKI et al., 1994). Do současnosti bylo rozpoznáno sedm virulentních ras patogenu (JANICK, 2002).

Rasa 1, vyskytující se v USA a v ostatních zemích na náchylných odrůdách, je považována za dobře sporulující izolát na komerčně známých a běžně pěstovaných náchylných odrůdách (např. 'Fuji', 'Gala', 'Red Delicious') na kterých vyvolává nekrotické léze bez sporulace. Fyziologická rasa 1 je popsána jako složitá, strukturovaná populace s neurčitým počtem a frekvencí virulentních alel (GESSLER, 2006).

Rasa 2 byla objevena v Jižní Dakotě (USA). Způsobuje značné sporulující léze na odrůdách odrůdách 'Alexis' a 'Dolgo', které pocházejí z *Malus baccata* a na odrůdě 'Geneva' pocházející z *Malus niedzwetzkyana* a na potomstvech *Malus pumila* R12740-7A tzv. „ruského semenáče“. SHAY a WILLIAMS (1956) tvrdí, že rasa 2 pochází zřejmě z importovaného rostlinného materiálu z Ruska.

Rasa 3 byla objevena v Kanadě (Nová Skotia). Vyvolává rezistentní reakci, nekrotické nebo chlorotické léze, které nesporelují. Tyto reakce se projevují u odrůdy 'Dolgo' a některých potomstvech ruského semenáče *M. pumila* R12740-7A. U odrůdy 'Geneva' vyvolává značné sporulující léze (GESSLER, 2006).

Rasa 4 byla objevena ve Spojených státech amerických (Indiana), napadá potomstvo od *Malus pumila* R12740-7A (WILLIAMS a KUC, 1969).

Rasy 1 až 4 jsou rozšířené především v Severní Americe na rozdíl od ras 5, 6 a 7, ty se vyskytují v Evropě (WILLIAMS, 1968).

Rasa 5 překonávající gen *Rvi5* (*Vm*), který je zodpovědný za bodovou reakci („pit-type“) odvozených od *M.atrosanguinea* 804, *M.micromalus* 245-38, a *M. pumila* R12740-7A (WILLIAMS a BROWN, 1969). Rasa 5 pochází z Anglie (SANDSKÄR, 2003)

V německých Drážďanech byly v roce 1981 po umělých infekcích ve sklenících pozorovány symptomy napadení strupovitostí jabloně u odrůdy ‘Liberty’, ta je nositelem genu *Rvi6* (*Vf*). Toto zjištění nejprve nebylo posuzováno jako překonání rezistence genu *Rvi6* (*Vf*). V témže roce, v Moldávii byla poprvé nahlášena odrůda ‘Prima’ jako plně náchylná ke strupovitosti (FISCHER a kol. 1993). Roku 1988 v Ahrensburku (Německo) PARISI et al. (1993) popsal novou rasu *V. inaequalis*, která postihovala odrůdy a genotypy obsahující gen *Rvi6* (*Vf*) a to například odrůdy ‘Prima’ a jejich genotypy COOP 7, 9, 10, a 28, dále na odrůdách ‘Baujade’, ‘Florina’, ‘Liberty’ a ‘Priscilla’. *Malus floribunda* 821 původně napadena nebyla, což utvrdilo předpoklad, že některé geny *Rvi6* (*Vf*) hybridy nezdědily všechny geny rezistence tohoto rodiče. Nová rasa byla následně označena jako rasa 6. Virulenci této rasy zkoumal PARISI a LESPINASSE (1996). Rasa 6 vyvolala symptomy na skoro všech testovacích odrůdách nesoucích gen *Rvi6* (*Vf*). Genotypy *Malus baccata jackii* s genem *Rvi11* (*Vbj*), *M. pumila* R12740-7A s genem *Rvi2* (*Vr*), PI 172623 s genem *Rvi10* (*Va*) a odrůda ‘Granny Smith’ napadeny nebyly. Autoři se tedy domnívají, že během šlechtění došlo ke ztrátě genetického pozadí rezistence, protože původní *Malus floribunda* 821 nebyl napaden. Ze studií je známé, že právě gen rezistence *Rvi6* (*Vf*) je nejvíce překonávaným genem rezistence (GLADIEUX et al., 2010).

Rasa 7 byla popsána na symptomech napadení původního klonu *Malus floribunda* 821 v Anglii (East Malling). BÉNAOUF a PARISI (2000) uvádí, že odrůdy pocházející z *M. floribunda* 821 jako například ‘MacFree’, ‘Novamac’, ‘Liberty’, ‘Priscilla’ byly napadeny touto rasou, jiné odrůdy např. ‘Florina’, ‘Priam’ a ‘Prim’ si svoji rezistenci udržely. Dále uvádějí, že odrůda ‘Golden Delicious’ obsahuje gen rezistence *Rvi1* (*Vg*), který podmiňuje rasově specifickou rezistenci k rase 7. Tento gen byl identifikován i v odrůdě ‘Florina’ a ‘Prima’. Naopak JANICK (2002) tvrdí, že rasa 7 odrůdu ‘Golden Delicious’ vůbec nenapadá, ale indikuje přítomnost efemérních genů v této odrůdě. V rámci evropského projektu D.A.R.E. byl prováděn monitoring výskytu ras po celé Evropě. Zjistilo se, že rasy 6 a 7 se vyskytují zejména v severovýchodní Evropě:

v Dánsku, severním Německu, Nizozemí, Belgii, severní Francii a Anglii. To, že rasa 7 se objevila ve východní části Německa a Švýcarska, poukazuje na její šíření do východních a středních částí Evropy. Další šíření rasy 7 pokračovalo výskytem v Litvě, Rumunsku, Chorvatsku a Slovinsku. Rasy virulentní ke genu *Rvi6* (*Vf*) nebyly zjištěny v Itálii a Řecku. Šíření rasy 7 podporuje tak hypotézu přirozeného rozšíření z Anglie na kontinent pomocí převládajících větrů. Schopnost takového vzdáleného doletu spor houby nebyla zatím prokázána, a tak zůstává tato teorie sporná. Rasy kumulující virulenci ras 6 a 7 byly nalezeny v Nizozemí (VÁVRA, 2013).

Zmínka o další možné rase (rasa 8) pochází od BUS et. al. (2005). Tato rasa napadá potomstva *Malus sieverii*, introdukované z Kazachstánu. Rasa 8 je schopna překonat dosud neznámé nestabilní rezistence kódované genem *Rvi8* (*Vh8*).

Celosvětově je tedy známo 7 (8) fyziologických ras *Venturia inaequalis*, překonávající různé geny rezistence u různých odrůd jablek, ale pouze 2 rasy se vyskytují v Evropě a ovlivňují tak pěstování jablek v České republice, jedná se o rasu 6 a 7 (VÁVRA a BOČEK, 2009a).

Tab. 3 Shrnutí původu ras *V. inaequalis* a náchylných druhů hostitele k daným rasám

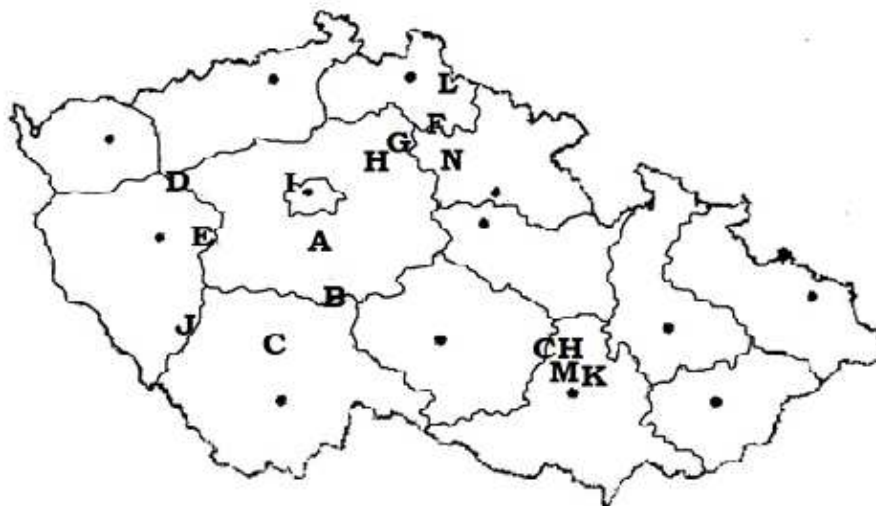
Rasa	Původ, rozšíření, výskyt	Náchylný druh (selekce, odrůda)
1	Celosvětově	Většina světových odrůd
2	South Dakota, USA	<i>Malus baccata</i> 'Dolgo', 'Alexis', 'Bettercrab', potomstva z <i>Malus pumila</i> R12740-7A, 'Geneva'
3	Nova Scotia, Kanada	'Geneva'
4	Lafayette, Indiana, USA	Potomstvo z <i>Malus pumila</i> R12740-7A
5	Norwich, Anglie	<i>Malus micromalus</i> , <i>Malus atrosanguinea</i> 804
6	Ahrensburg, Německo, Evropa	'Prima' (<i>Rvi6</i> odrůdy), ale ne 'Evereste', <i>Malus</i> × 'Perpetu' a <i>Malus floribunda</i> 821
7	Anglie, Evropa	<i>Malus floribunda</i> 821, odrůdy: 'MacFree', 'Novamac', 'Liberty', 'Priscilla'

3.3.6 Prolomení rezistence v České republice

Prolomení rezistence u genu *Rvi6* (*Vf*) bylo poprvé v České republice zaznamenáno v roce 2006 a to hned ve čtyřech lokalitách (BLAŽEK a VÁVRA, 2006). Jde o výsadby v Břesech a Spáleném Poříčí na Plzeňsku, v Žernovu na Semilsku a v Bukové Lhotě u Benešova ve středních Čechách. K prolomení došlo u odrůd 'Florina', 'Glodstar', 'Melodie', 'Otava', 'Rajka', 'Rubinola', 'Selená', 'Topaz' a 'Vanda', jež nesou gen rezistence *Rvi6* (*Vf*). Odrůda nesoucí gen rezistence *Rvi10* (*Va*) 'Angold' v lokalitě Břesý a Buková Lhota napadena nebyla. Jako kontrola byla použita odrůda 'Gala'. Tato odrůda je velmi citlivá k rase 1 *Venturia inaequalis* a ve všech lokalitách byla silně napadena (VÁVRA a BOČEK, 2009b). Další výskyt patogenu *Venturia inaequalis* byl zaznamenán v roce 2008 na lokalitách Branice u Bechyně, Choustníkovo Hradiště, Mnichovo Hradiště, Rohozec u Brna, Sřížovice u Turnova a Železný Brod. V roce 2009 se strupovitost jabloně na rezistentních odrůdách objevila v lokalitě Milčice u Pacejova a v pokusné výsadbě VÚRV v Praze Ruzyni. Ve všech vyjmenovaných případech byla prolomena rezistence genu *Rvi6* (*Vf*) (VÁVRA a BOČEK, 2009a). Rok 2010 byl velmi příznivý pro vývoj patogenu *V. inaequalis*. Strupovitost jabloně se na rezistentních odrůdách objevila na dalších lokalitách a to v Lysicích, Lomnici u Tišnova na jižní Moravě a Kopidlno ve východních Čechách. V roce 2011 došlo k napadení odrůd nesoucích gen rezistence *Rvi6* (*Vf*) v dalších pěstitelských lokalitách ČR (VÁVRA et al., 2011).

Nejvyšší riziko prolomení rezistence, která je podmíněna genem *Rvi6* (*Vf*), je na pracovištích, které se zabývají šlechtěním rezistentních a odolných odrůd nebo jejich zkoušením. Dále ve smíšených výsadbách odrůd a genotypů jabloní s různým stupněm odolnosti, které nejsou chemicky ošetřovány proti napadení houbou a kam jsou často směřovány různé patotypy dané houby. Zde bývají ideální podmínky pro vznik nových rekombinačních typů patogenu. Dalším rizikem pro šíření nových ras *V. inaequalis* jsou školky, zabývající se výsadbovým materiálem těchto odrůd, kde neaplikují žádnou chemickou ochranu proti strupovitosti jabloně. Určitým rizikem pro vznik nových ras patogenu jsou vlastně všechny výsadby jabloní, kde jsou společně vysázeny odrůdy rezistentní s odrůdami citlivými k této chorobě a ve kterých není dostatečná ochrana proti strupovitosti jabloně (VÁVRA, 2013).

Obr. 7 Lokality s výskytem strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách v letech 2006-2011 (slepá mapa ČR, zanesení lokalit autor)



A - Buková Lhota, B - Zvěstov, C - Branice, D - Břasy, E - Spálené Poříčí, F - Žernov, G - Střížovice, H - Mřichovo Hradiště, CH - Rohozec, I - Ruzyně, J - Milčice, K - Lysice, L - Železný Brod, M - Lomnice u Tišnova, N - Kopidlno

4 MATERIAL A METODY

Cílem práce bylo zmapování prolomení rezistence jabloní k *Venturia inaequalis*, původci strupovitosti jabloně, u rezistentních odrůd na území České republiky. Za tímto účelem byl sestaven stručný dotazník, který byl díky internetovému portálu www.surveymonkey.com převeden do online podoby a následně rozeslán pomocí e-mailu pěstitelům jabloní. Kontakty na pěstitele byly získány ze stránek Ovocnářské unie Čech a Moravy (www.ovocnarska-unie.cz). Dotazník byl rozeslán celkem 80 členům Ovocnářské unie Čech a Moravy, ve třech vlnách. Poprvé v měsíci srpnu 2014, pak v říjnu 2014 a nakonec v lednu 2015.

Dotazník byl anonymní a byl tvořen sedmi otázkami, týkajícími se dané problematiky prolomení rezistence vůči *Venturia inaequalis*. Otázky v dotazníku byly dvojího typu. První typ otázek byl s otevřenou odpovědí (vypisování). Druhý typ otázky uzavřeného typu, kde byla možnost jedné nebo více odpovědí. Daný dotazník obsahoval následující otázky.

1. Jaké odrůdy rezistentních jabloní se ve Vaší výsadbě nacházejí:

- | | |
|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Ametyst | <input type="checkbox"/> Otava |
| <input type="checkbox"/> Aneta | <input type="checkbox"/> Rajka |
| <input type="checkbox"/> Biogolden | <input type="checkbox"/> Rubinola |
| <input type="checkbox"/> Goldstar | <input type="checkbox"/> Sirius |
| <input type="checkbox"/> Hana | <input type="checkbox"/> Svatava |
| <input type="checkbox"/> Julia | <input type="checkbox"/> Topaz |
| <input type="checkbox"/> Melodie | <input type="checkbox"/> Jiná (vypište) |
| <input type="checkbox"/> Nela | |
| <input type="checkbox"/> Opal | |

2. Vyskytuje se na těchto rezistentních odrůdách strupovitost jabloně?

ANO

NE

3. Upřesněte, na kterých rezistentních odrůdách se strupovitost jabloně vyskytuje: (Odpovídejte v případě, že jste u předchozí otázky odpověděli ANO):

4. V jakém poměru se strupovitost jabloně vyskytuje na rezistentních odrůdách ve Vaší výsadbě (Odpovídejte v případě výskytu strupovitosti jabloně):

ve více jak polovině případů ANO

v méně jak polovině případů ANO

NE

5. Provádíte, i přes rezistenci odrůd, ošetření fungicidy proti strupovitosti jabloně?

ANO, preventivně

ANO, strupovitost jabloně se vyskytla na rezistentních odrůdách v dřívějších letech

NE

NE, rezistentní odrůdy ošetřuji jinak. Jak? (vypište)

6. Které fungicidy nebo pomocné přípravky na ochranu rostlin používáte (odpovídejte v případě jejich použití):

7. Vyskytuje se i přes ošetření fungicidy nadále strupovitost jabloně ve Vaší výsadbě, na rezistentních odrůdách?

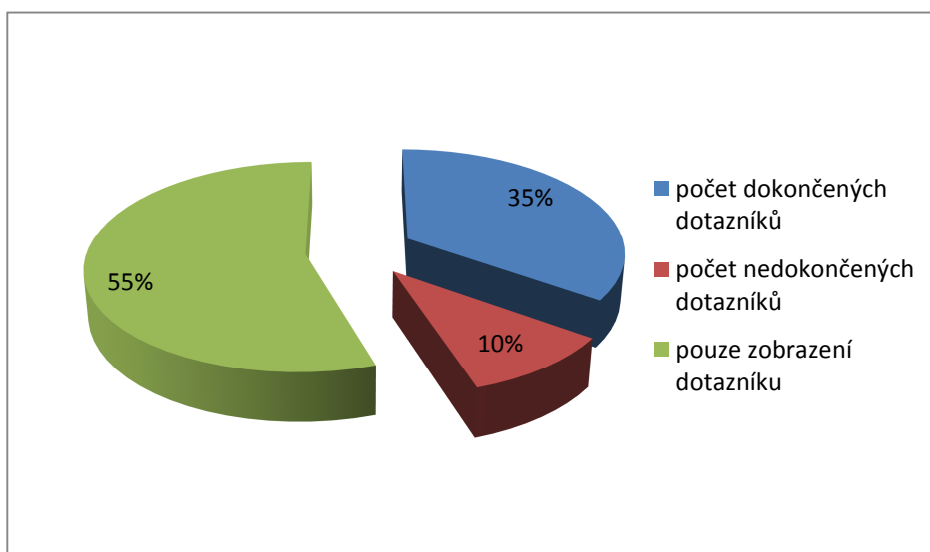
ANO

ANO, výjimečně

NE

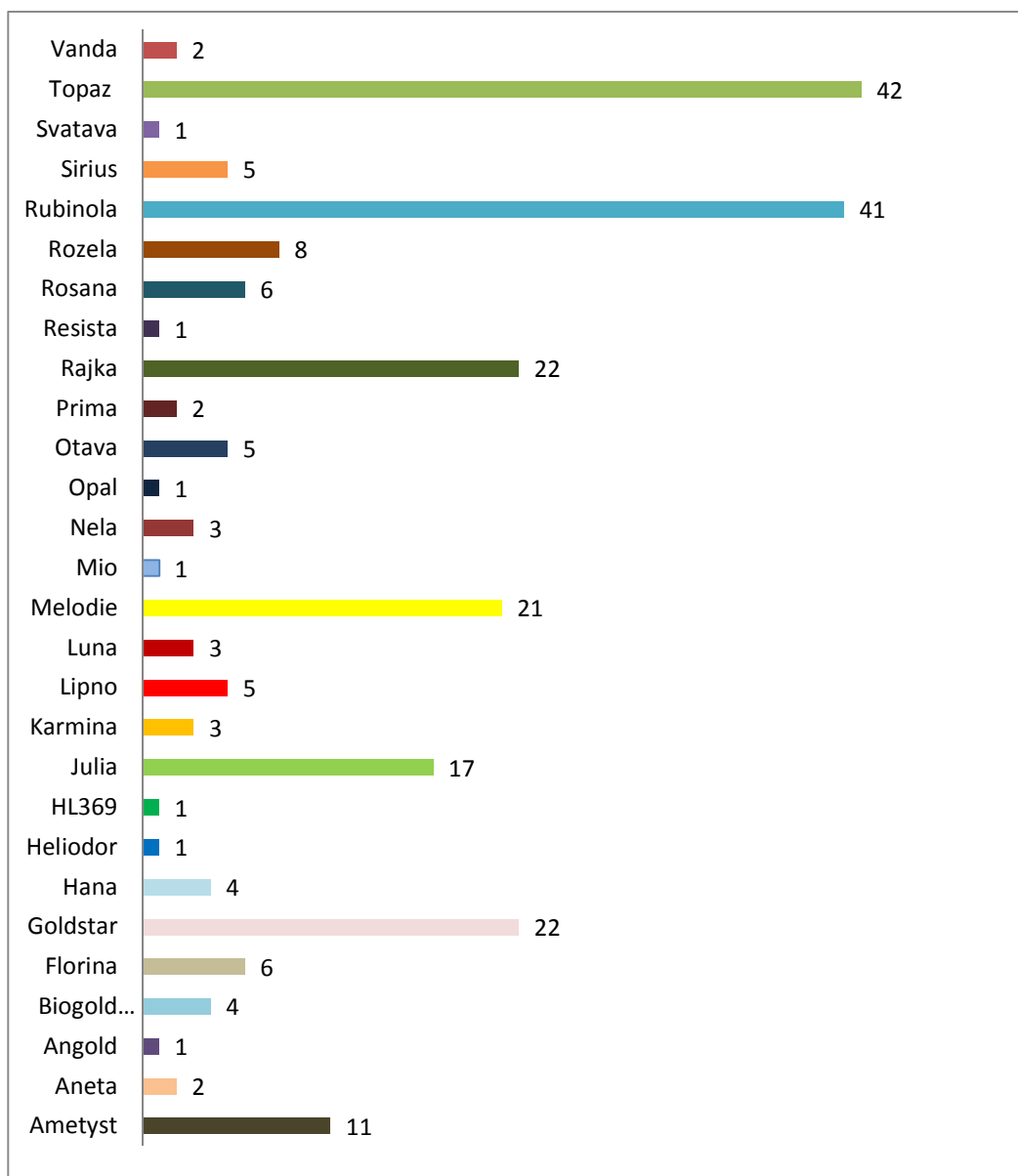
5 VÝSLEDKY

Dotazník byl rozeslán respondentům na jejich osobní či podnikové emailové adresy, získané z portálu www.ovocnarska-unie.cz. Celkem dotazník navštívilo 178 respondentů, z toho 62 respondentů dotazník dokončilo, 18 dotazníků nebylo dokončeno a 98 respondentů dotazník pouze zobrazilo. Celková úspěšnost vyplnění dotazníku byla 34,8 %. Průměrně zabralo vyplnění dotazníku respondentovi 2–5 minut.



Graf. 1. Přehled úspěšnosti dotazníku

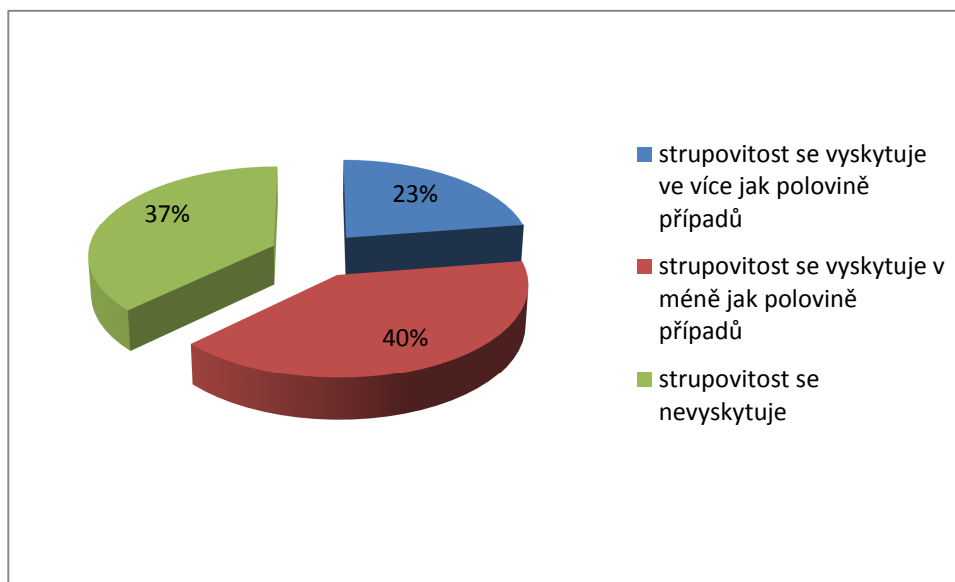
Z výsledků dotazníku se zjistilo, že v českých výsadbách jsou nejvíce zastoupeny rezistentní odrůdy ‘Rubinola’ a ‘Topaz’, následují odrůdy ‘Ametyst’ ‘Biogolden’, ‘Florina’, ‘Goldstar’, ‘Hana’, ‘Julia’, ‘Lipno’, ‘Melodie’, ‘Otava’, ‘Rajka’, ‘Rosana’, ‘Rozela’ a ‘Sirius’. Zastoupení ostatních zmíněných rezistentních odrůd ve výsadbách ČR je znázorněno v grafu 2.



Graf. 2. Zastoupení rezistentních odrůd jabloní vůči *V. inaequalis* ve výsadbách ČR

Bylo zjištěno, že u 62,9 % dotazovaných se ve výsadbách vyskytuje strupovitost jabloně na rezistentních odrůdách jabloní. Nejvíce napadenou odrůdou je odrůda 'Rubinola' a za ní je odrůda 'Topaz'. U odrůd 'Ametyst', 'Angold', 'Goldstar', 'Julia', 'Lipno' a 'Rozela' byl výskyt strupovitosti jabloně ojedinělý. Odrůda 'Florina' byla většinou bez napadení strupovitostí jabloně. Odrůdy 'Melodie' a 'Prima' bývají ve větší míře napadené strupovitostí jabloně.

Bylo zjištěno, že v českých výsadbách se strupovitost jabloně na rezistentních odrůdách vyskytuje v nadpoloviční většině u pěstovaných odrůd u 40,3 % pěstitelů, u 22,6 % pěstitelů se vyskytuje do poloviny případů. U 37,1 % pěstitelů se strupovitost jabloně u rezistentních odrůd nevyskytuje.



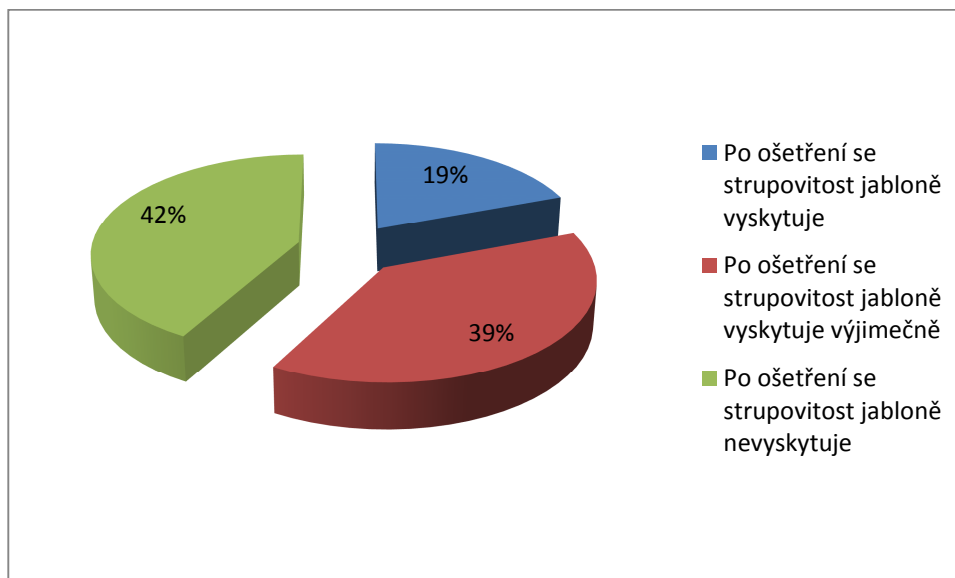
Graf. 3. Výskyt strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách jabloní

Z výsledků dotazníku vyplývá, že 56,5 % pěstitelů ošetřuje své výsadby rezistentních odrůd preventivně fungicidními prostředky vůči strupovitosti jabloně. Dalších 29 % respondentů začalo ošetřovat fungicidy záhy poté, co se strupovitost jabloně vyskytla v jejich výsadbách v předešlých letech, a jen 9,7 % pěstitelů neprovádí ošetření fungicidy vůbec. Malé procento pěstitelů, a to 4,8 %, neošetřuje výsadby fungicidy, provádí preventivní mechanickou ochranu.

Z dotazníku se dále zjistilo, že k chemické ochraně pěstitelé používají všechny chemické přípravky, které jsou povolené systémem integrované produkce (SISPO) k ochraně proti strupovitosti jabloně. Nejvíce jsou pěstители používány k chemické ochraně přípravky k dostání pod komerční přípravky Captan 80 WG, Delan 700 WDG, Delan 750 SC, Dithane D6 Neotec, Dithane M 46, Score 250 EC, Syllit 400 SC a Syllit 65 WP.

Po ošetření fungicidy se v 19,4 % případech i nadále ve větší míře vyskytuje strupovitost jabloně ve výsadbách. Výjimečně se strupovitost jabloně vyskytuje ve 38,7

% případech na rezistentních odrůdách jabloní po ošetření fungicidy a to jen v malé míře. V 41,9 % případech se strupovitost jabloně na rezistentních odrůdách po ošetření fungicidy vůči strupovitosti jabloně ve výsadbách nevyskytuje vůbec.

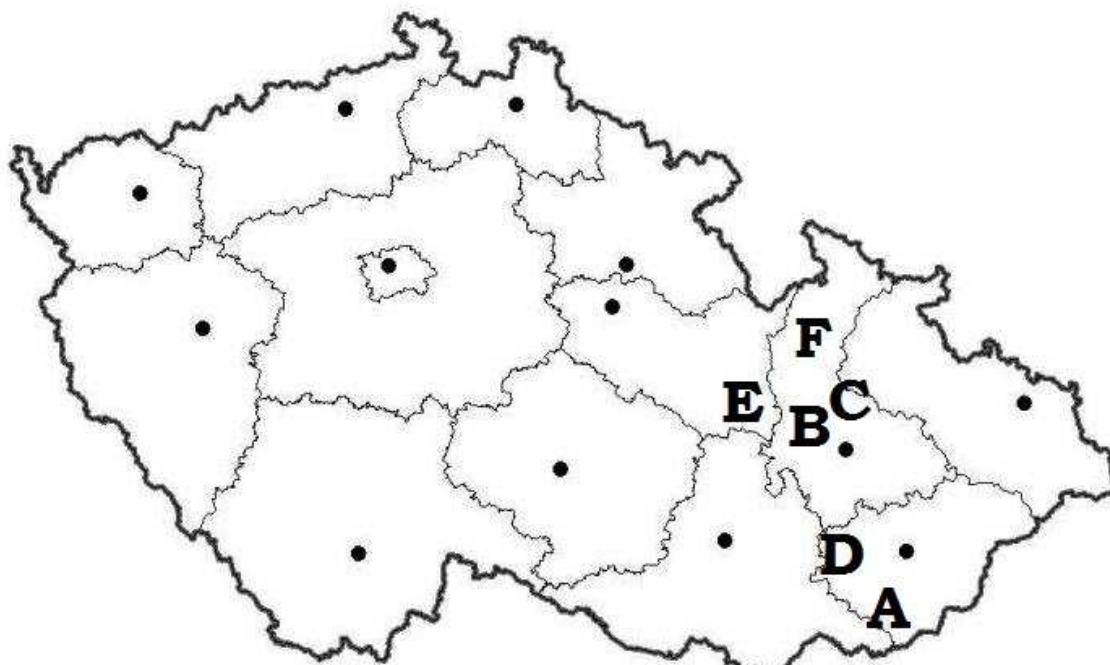


Graf 4. Výskyt strupovitosti jabloně v sadech po ošetření fungicidy proti *V. inaequalis*

Jelikož se dotazník rozesílal mezi pěstitele formou anonymního internetového portálu, nebylo možné zmapování rozšíření strupovitosti jabloně v České republice. Za účelem splnění tohoto bodu byli dodatečně kontaktováni vybraní pěstitelé z Moravy. Strupovitost jabloně se na rezistentních odrůdách vyskytla na lokalitách Blatnice pod Svatým Antonínkem, Náklo, Nový Jičín, Střílky, Velké Losiny, Velké Opatovice.

Obr. 8 Lokality s potvrzením výskytu strupovitosti na rezistentních odrůdách

(Autor)



A - Blatnice pod Svatým Antonínkem, B - Náklo, C - Nový Jičín, D - Strážky, E - Velké Opatovice, F - Velké Losiny

6. DISKUZE

Rozesílaný dotazník byl vypracován za účelem zjištění, zda došlo k prolomení rezistence k patogenu *Venturia inaequalis*, respektive výskytu strupovitosti jabloně u rezistentních odrůd jabloní pěstovaných v českých sadech. První prolomení rezistence bylo zaznamenáno v Čechách v roce 2006 a od tohoto roku se provádí pravidelný monitoring výskytu strupovitosti jabloně v českých výsadbách (VÁVRA a BOČEK, 2009).

Analýzou získaných dat bylo zjištěno, že k výsadbě rezistentních odrůd jabloní přistoupilo přibližně 35 % respondentů. Mezi odrůdy s nejvyšším zastoupením ve výsadbách patří 'Rubinola', 'Topaz', 'Ametyst', 'Biogolden', 'Florina', 'Goldstar', 'Hana', 'Julia', 'Lipno', 'Melodie', 'Otava', 'Rajka', 'Rosana', 'Rozela' a 'Sirius'. V nadpoloviční většině případů byl potvrzen výskyt strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách jabloní. Nejvíce postižená touto chorobou bývá odrůda 'Rubinola'. Strupovitost jabloně se na této odrůdě zpočátku projevuje lézemi na listech a později i na plodech. Ty se tak stávají nestandardním zbožím. Bohužel, právě tato odrůda byla pro svou odolnost a zároveň výborné chuťové vlastnosti v předešlých letech hojně vysazována, a tak se ve výsadbách českých pěstitelů vyskytuje ve velké míře. I tato skutečnost mohla přispět ke vzniku agresivní rasy *Venturia inaequalis* překonávající geny rezistence odolných odrůd. Mnozí pěstitelé v dotazníku uvedli, že z důvodu trvale silného napadení této odrůdy strupovitostí jabloně začínají s jejím odstraňováním z výsadeb. Důvodem jsou především stoupající náklady na chemickou ochranu. Další, velkou měrou zastoupenou odrůdou, u které došlo k prolomení rezistence, je odrůda 'Topaz'. Rovněž v případě této odrůdy dochází k napadení nejen listů, ale i plodů. Prolomení rezistence u odrůd 'Rubinola' a 'Topaz' bylo popsáno již v předešlých letech (VÁVRA a BOČEK, 2009) a výsledky dotazníku tuto skutečnost pouze potvrzují. Rezistence daná genem *Rvi6* je již tedy překonaná a výsadby těchto odrůd se neobejdou bez řádné chemické ochrany.

Odrůdy 'Melodie' a 'Prima' bývají strupovitostí jabloně napadány pravidelně, napadení je však zatím omezeno pouze na listy. U odrůd 'Ametyst', 'Angold', 'Goldstar', 'Julia', 'Lipno' a 'Rozela' se choroba projevila jen v některých letech v závislosti na klimatických podmínkách, a to pouze na listech a jen ve velmi malé míře. Odrůda

‘Florina’ bývá většinou bez zjevných symptomů strupovitosti jabloně, je to zdřejmně tím, že nese kromě genu *Rvi6* také gen rezistence *Rvi1* (VÁVRA a kol., 2011). Jestliže je známo, že na některých lokalitách došlo k prolomení *Rvi6* genu, měli by pěstitelé upřednostňovat odrůdy nesoucí jiný typ rezistence nebo odrůdy s rezistencí polygenně založenou. Mezi tyto odrůdy patří například ‘Angold’, ‘Produkta’, ‘Realka’, ‘Reglindis’, ‘Regia’ či ‘Reka’ (VÁVRA a BOČEK, 2009).

Pěstitelé ve svých výsadbách rezistentních odrůd provádějí fungicidní ošetření. V 56,5 % případů pěstitelé ošetřují výsadby preventivně. Snaží se tak předcházet výskytu strupovitosti jabloně ve výsadbách nebo provádí celoplošné postřiky sadů, tzn., že při chemickém ošetření odrůd náchylných na strupovitost jabloně ošetřují i odrůdy rezistentní. Dalších 29 % pěstitelů začalo provádět ošetření fungicidními přípravky záhy poté, co se v jejich sadech vyskytla strupovitost jabloně v předešlých letech. Fungicidním ošetřením tak předchází jejímu dalšímu rozšiřování. V 9,7 % případů pěstitelé odpověděli, že ve výsadbách neprovádí žádné ošetření fungicidy. Lze tedy usuzovat, že v těchto případech nedošlo u daných odrůd k prolomení rezistence, nebo se zde strupovitost jabloně vyskytla jen v nepatrné míře. Poslední skupina pěstitelů, asi 4,8 %, uvádí, že své výsadby neošetřují fungicidními přípravky, provádí ochranu preventivní, likvidují napadené listy na podzim, odstraňují napadené části rostlin nebo aplikují sirné či měďnaté přípravky. K výkonu chemické ochrany pěstitelé používají proti strupovitosti jabloně všechny chemické přípravky povolené systémem integrované produkce. Přehled povolených přípravků pro rok 2014 naleznete v příloze. Používají jak kontaktní, tak systémové přípravky, přičemž přípravky kontaktní převažují v používání nad systémovými. Pěstitelé nejčastěji aplikují přípravky s komerčním názvem Captan 80 WG, Delan 700 WDG, Delan 750 SC, Dithane D6 Neotec, Dithane M 46, Score 250 EC, Syllit 400 SC a Syllit 65 WP.

Při provádění chemické ochrany je nutné dodržovat určitá pravidla (viz kapitola 3.2.3). Při špatném zacházení s chemickými přípravky může mít toto počínání velmi negativní vliv na vývoj odolných ras patogenů, na životní prostředí a na narušování ekologické rovnováhy biocenózy sadů (VÁVRA a BOČEK, 2009). Zastoupení rezistentních odrůd s neprolomenou rezistencí ve výsadbách snižuje počet ošetření fungicidními přípravky a tím mimo jiné redukuje obsah škodlivých reziduí v plodech a celkové zatížení přírody chemickými látkami.

K výskytu strupovitosti jabloní na rezistentních odrůdách došlo v lokalitách Blatnice pod Svatým Antonínkem, Náklo, Nový Jičín, Střílky, Velké Losiny, Velké Opatovice. Jedná se pouze o potvrzení výskytu strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách jabloní v těchto lokalitách. Pro zjištění důvodu prolomení je nutné provést v těchto lokalitách výzkum, který by se zabýval hlubší problematikou prolomení rezistence.

7 ZÁVĚR

Šlechtění nových odrůd a jejich výsadba do produkčních sadů je významným procesem, který přispívá ke snižování nepříznivého vlivu chemických látek na životní prostředí. Důležité je vysazovat odrůdy, které mají základ své rezistence v jiných genech než *Rvi6*. Rezistence není vlastností trvalou, a to především z důvodu neustálého vývoje patogenu, vedoucího ke vzniku nových ras, které následně prolamují dosavadní rezistenci odrůd. Tato skutečnost je hybnou silou šlechtitelů k vytvoření rezistentních odrůd s novými geny a mechanismy rezistence vůči patogenu *Venturia inaequalis*.

Na základě získaných údajů lze vyvodit tyto závěry:

- Mezi nejpěstovanější rezistentní odrůdy vůči strupovitosti jabloně v ČR patří odrůdy 'Rubinola', 'Topaz', 'Amethyst', 'Biogolden', 'Florina', 'Goldstar', 'Hana', 'Julia', 'Lipno', 'Melodie', 'Otava', 'Rajka', 'Rosana', 'Rozela' a 'Sirius'.
- V 62,9 % případů se strupovitost jabloně vyskytuje na rezistencích odrůdách jabloní, nejvíce pak na odrůdách 'Rubinola' a 'Topaz', které patří do první trojice nejpěstovanějších rezistentní odrůd jabloní.
- Rezistentní odrůdy jabloní v ČR ošetřuje 56,5 % pěstitelů fungicidními přípravky proti strupovitosti jabloně preventivně a 29 % pěstitelů přistupuje k chemickému ošetření až po výskytu strupovitosti jabloně ve výsadbách.
- K chemické ochraně vůči strupovitosti jabloně pěstitelé používají všechny dostupné přípravky registrované pro systém integrovaného pěstování, fungicidy na bázi síry a mědi a pomocné přípravky pro ekologické pěstování rostlin.
- Po ošetření fungicidy se strupovitost jabloně vyskytuje ve výsadbách v 19,6 % případů.

8 SOUHRN, SUMMARY, KLÍČOVÁ SLOVA

Cílem práce bylo zmapovat prolomení rezistence k *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, původci strupovitosti jabloně, u rezistentních odrůd jabloní na území České republiky. V práci je popsána problematika ochrany, dále metody a nové směry šlechtění odrůd rezistentních k patogenu. Důležitou součástí je charakteristika fyziologických ras *Venturia inaequalis* a jejich rozšíření ve světě. Experimentální část se zabývá rozšířením strupovitosti jabloně na rezistentních odrůdách v produkčních jabloňových sadech České republiky.

Klíčová slova: prolomení rezistence, strupovitost jabloně, *Venturia inaequalis*

The aim of this study is to explore the breaking point of resistance to *Venturia inaequalis* (Cook) Winter, apple scab causative organism, among resistant apple tree varieties in the Czech Republic. The paper describes the issues of protection, the methods and new trends in breeding of scab resistant varieties. Description of physiological races of *Venturia inaequalis* and their distribution in the world are involved. The experimental part deals with the distribution of apple scab on several resistant varieties of apple trees in intensive apple orchards in the Czech Republic.

Key words: breaking resistance, apple scab, *Venturia inaequalis*

10 SEZNAM LITERATURY

- 1 ADERHOLD, R. Auf welche Weise Können wir dem immer weiteren Umsichgreifen des Fusicladiums in unseren Apfelkulturen begegnen und welche Sorten haben sich bisher dem Pilz gegenüber am widerstandsfähigsten gezeigt. *Pomil. Monatsh.* 1899, XLV: 899-890.
- 2 BAGAR M., Nové prostředky v systému ochrany ovoce před houbovými chorobami. *Zahradnictví.* 2011, 10 (4): 18 – 19.
- 3 BEDNÁŘ, J. Genetická determinance a rezistence vůči strupovitosti *Venturia inaequalis* Cke. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 148 s. ISBN 80-715-7715-4.
- 4 BÉNAOUF, G. a PARISI, L. 1997. Pathogenicity of *Venturia inaequalis* strains from *Malus floribunda* 821: comparison with race 6 on apple clones. *OILBWPRS.* 20:8-11.
- 5 BÉNAOUF, G. a PARISI, L. Charakterization of *Venturia inaequalis* pathogenicity on leaf discs of apple trees. *Eut. J. PlantPathology*, 1998, 104, p. 785-793, ISSN 0929-1873.
- 6 BÉNAOUF, G. a PARISI, L. Genetics of Host-Pathogen Relationships Between *Venturia inaequalis* Races 6 and 7 and *Malus* Species. *Patopathology*, 2000a, 90 (3), p. 236-242, ISSN 1213-7595.
- 7 BIOCONT LABORATORY, Alginure. *Katalog prostředku ekologické a integrované ochrany rostlin.* Biocont Laboratory, Brno. 2010, 80 s.
- 8 BLAŽEK, J., Pěstujeme jabloně. Praha: Brázda, 2001, 255 s. ISBN 80-209-0294-5.
- 9 BLAŽEK, J.. Šlechtění a výzkum okrasných a ovocných rostlin ve XX. století v ČR a SR: seminář u příležitosti 100letého výročí "Znovuobjevení Mendelových zákonů" C. Corrensem, H. de Vriesem a E. Tschermakem-Sayseneggem : MZLU v Brně 20. ledna 2000 : *sborník referátů.* Editor Zuzana Piáková, Vojtěch Řezníček, Radoslav Vlk. V Brně: Ediční středisko MZLU, 2000, 160 s. ISBN 80-715-7439-2.
- 10 BLAŽEK, J. a R. VÁVRA. Výskyt napadení rezistentních odrůd jabloní strupovitostí v České republice. Z činnosti: *Z jednání předsednictva OUČR 22.11.2006* v Holovousích. 2006.

- 11 BUCHTOVÁ, I. *Situační a výhledová zpráva ovoce. Praha: Ministerstvo zemědělství*, 2014, 89 s. ISBN 978-80-7434-175-5. Dostupné z: www.eagri.cz
- 12 BUS, V., GARDINER, S., BASSET, H., RANATUNGA, C., RIKKERING E.. Marker assisted selection for pest and disease resistance in the New Zealand apple breeding programme. *Acta Horticulturae*. 1999, 538, p. 541-547. ISSN 0567-7572.
- 13 BUS, V. G. M., LAURENS, F. N. D., VAN DE WEG, W. E., RUSHOLME, R. L., RIKKERING, E. H. A., GARDINER, S. E., BASSETT, H. C. M. a PLUMMER, K. M. The *Vh8* locus of a new gene-for-gene interaction between *Venturia inaequalis* and the wild apple *Malus silvestris* is closely linked to the *Vh2* locus *Malus pumila* R 12740-7A. *New Phytol.*, 2005, 166, p. 1035-1049, ISSN 1469-8137.
- 14 BUS, V., RIKKERING, E., ALDWINCKLE, H. S., CAFFIER, V., DUREL, C. E., GARDINER, S., GESSLER, C., GROENWOLD, R., LAURENS, F., et al. Proposal for the Nomenclature of *Venturia inaequalis* Races. *Acta Hort.*, 2009, 814, p. 739-746, ISSN 1813-9205.
- 15 BUS, V. G. M., E. W. VAN DE WEG, A. PEIL, F. DUNEMANN, E. ZINI, F. N. D. LAURENS, J. BLAŽEK, V. HANKE a P. L. FORSLINE. The role of Schmidt 'Antonovka' in apple scab resistance breeding. *Tree Genetics & Genomes*. 2012, č. 8. DOI: 10.1007/s11295-012-0470-2.
- 16 CAFFIER, V., F. DIDELOT, B. PUMO, D. CAUSEUR, C.E. DUREL a L. PARISI. Aggressiveness of eight *Venturia inaequalis* isolates virulent or avirulent to the major resistance gene *Rvi6* on a non-*Rvi6* apple cultivar. *Plant Pathology*. 2010, č. 59. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2010.02345.x.
- 17 FALTA V., VÁVRA R., 2010: Testování přípravků k ochraně proti strupovitosti jabloní pro integrovanou a ekologickou produkci. *Zahradnictví*. 9 (11): 10 – 13.
- 18 FISCHER. C. Results in the resistance breeding of apple in Dresden.Pilnitz. *Acta Horticulturae*, 1993, 347, 163-168. ISSN 0567-7572.
- 19 FISCHER. C. Multiple resistant apple cultivars and consequences for apple breeding in the future, *Acta Horticulturae*. 538, 2000, p. 229-234 ISSN 0567-7572.

- 20 GESSLER, C., PATOCCHI, A., SANSAVINI, S., TARTARINI, S., GIANFRANCESCHI, L. *Venturia inaequalis* Resistance in Apple, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25: 473–503, 2006, ISSN 0735–2689.
- 21 GLADIEUX, P. et. al. Evolution of the population structure of *Venturia inaequalis*, the apple fungus scab associated with the domestication of its host. *Molecular ecology*. 2010. ISSN: 0962-1083.
- 22 HEMMAT, M. a BROUWN, S. K. Tagging and mapping scab resistance genes from R12740-7A. *J. Am. Soc. Hortic. Science*. 127, 2002, p. 365-370. ISSN 0003-1062.
- 23 HLUCHÝ, M. *Obrazový atlas chorob a škůdců ovocných dřevin a révy vinné: ochrana ovocných dřevin a révy vinné v integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory, 1997, 428 s. ISBN 80-901874-2-1.
- 24 HLUCHÝ, M. *Ochrana ovocných dřevin a révy v ekologické a integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory, 2008, 498 s. ISBN 978-80-901874-7-4.
- 25 JANICK, J. History of the PŘI Apple Breeding Program, *Acta Horticulturae*. 2002, 595, p. 55-59.
- 26 JUROCH, J. Strupovitost jabloně: nejvýznamnější houbová choroba jabloní *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter 1875. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2010, 8 s. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/94998/strupovitost_jablone_nejvyznamnejsi_houbova_choroba_jabloni.pdf.
- 27 KŮDELA, V. a F. KOCOUREK. Seznam škodlivých organismů rostlin: viry, prokaryota, houby a houbám podobné organismy, živočišní škůdci, plevele a parazitické rostliny. [1. vyd.]. Praha: *Agrospoj*, 2002, 342 s. ISBN 80-7084-232-6.
- 28 KŮDELA, V., F. KOCOUREK a M. BÁRNET. *České a anglické názvy chorob a škůdců rostlin: Czech and English names of plant diseases and pests*. 1. vyd. Praha: Česká akademie zemědělských věd, Odbor rostlinolékařství, 2012, 272 s. ISBN 978-80-905080-4-0.
- 29 LÁNSKÝ, M.. *Integrovaná ochrana ovoce v systému integrované produkce*. Holovousy: *Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský*, 2005, 159 s. ISBN 80-902636-7-4.

- 30 LÁNSKÝ, M. a J. KLOUTVOROVÁ. Strupovitost jabloně: nejvážnější choroba jablek. Strupovitost jabloně: nejvážnější choroba jablek [online]. 2014 [cit. 2015-04-26]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/strupovitost-jablone-nejvaznejsi-choroba-jablek.html>.
- 31 LUDVÍK, V., Metodika pro integrované systémy pěstování ovoce: závazná metodika pro členy SISPO v České republice : platná od roku 2011. Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy, 2011, 141 s. ISBN 978-80-87030-19-6.
- 32 MacHARDY, W., E. Apple scab. Biology, Epidemiology, and Management. APS Press, The American Phytopathological Soc., St. Paul, Minnesota. 1996, 545 p., ISBN 0-89054-206-6.
- 33 PARISI, L., LESPONASSE, Y. Pathogenicity of *Venturia inaequalis* strains of race 6 on apple clones (*Malus* sp.). *Plant Disease*, 1996, 80, p. 1179-1183, ISSN 0191-2917.
- 34 PARISI, L., LESPONASSE, Y., GUILLAUMES, J., and KRÜGER, J. A new race of *Ventruria inaequalis* virulent to apples with rezistence due to the *Vf* gene. *Patopathology*, 1993, 83, p. 533-537, ISSN 0031-949X.
- 35 PATTOCCHI, A. BIGLER, B., LIEBHARD, R., KOLLER, B., GESSLER, C. Mapping of *Vr2*, a third apple scab resistance gene of russian seedling (R12740-7A). Plant & Animal Fenomes XI Conference, 2003, Poster P540.
- 36 RYCHLÁ, K., Vliv počtu ošetření přípravkem Alginure na napadení jabloní patogenem *Venturia inaeqaulis*. Brno, 2013. *Diplomová práce*. Mendelova univerzita v Brně.
- 37 ŘEZNÍČEK, V., Šlechtění a výzkum okrasných a ovocných rostlin ve XX. století v ČR a SR: seminář u příležitosti 100letého výročí "Znovuobjevení Mendelových zákonů" C. Corrensem, H. de Vriesem a E. Tschermakem-Sayseneggem : MZLU v Brně 20. ledna 2000 : *sborník referátů*. Editor Zuzana Piáková, Vojtěch Řezníček, Radoslav Vlk. V Brně: Ediční středisko MZLU, 2000, 160 s. ISBN 80-715-7439-2.
- 38 SALAŠ, P. Modernizace výukového procesu u předmětů ovocné, okrasné školkařství a ovocnářství: odborný seminář : Lednice na Moravě, 3.-5. listopadu

- 2003 : *sborník přenášek*. 1.vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 148 s. ISBN 80-7157-715-4.
- 39 SANDARKÄR, B., Apple Scab (*Venturia inaequalis*) and Pests in Organic Orchards, Alnarp 2003, Švédská univerzita. Doktoranská teze SANDSÄR, BOEL (2003) Apple scab (*Venturia inaequalis*) and pests in organic orchards. Doctoral diss. Dept. Of Crop Science, SLU. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria* vol. 378.
- 40 SHAY, J. R., WILLIAMS, E., B. Identification of three physiological races of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*. 1956, 46, p. 190-193.
- 41 SIEROTZKI, H., EGGENSCHWILLER, M., BOILATT, O., MCDERMOTT, J. M, GESSLER, C. Detection of variation in virulence toward susceptible apple cultivars in natural populations of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, 1994, 84, p. 1005-1009, ISSN 0031-949X.
- 42 VÁVRA, R. Genetické studium jabloní se sloupcovým růstem a jejich využití ve šlechtitelském procesu. Praha, 2013. *Disertační práce*. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- 43 VÁVRA, R. a BOČEK, S. Symptomy strupovitosti jabloní na odrůdách a genotypech nesoucí různé geny rezistence. *Vědecké práce ovocnářské*, 2009a, 21, s. 71–75, ISSN 0231–6900.
- 44 VÁVRA, R. a BOČEK, S. Virulence strupovitosti u výsadeb s prolomenou rezistencí. *Zahradnictví*, 2009b, 12, s. 12–14, ISSN 1213–7596.
- 45 VÁVRA, R., SEDLÁK, P. VEJL, P., BOČEK, S., KLOUTVOROVÁ, J. Charakteristika populací *Venturia inaequalis* v produkčních výsadbách jabloní v České republice. In: Salaš, P. (ed): „Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu“. Lednice 20. – 21.10.2011. *Úroda, vědecká příloha*. 2011. 652– 661.
- 46 VEJL, P., SKUPINOVÁ, S., BLAŽEK, J., SEDLÁK, P. BARDOVÁ, M. BLAŽKOVÁ, H., MILEC, Z. PCR Markers of the Apple Resistance to Scab (*Venturia inaequalis* CKE.) Controlled by *Vf* Gene in Czech Apple Breeding. *Plant, Soil and Environment*, 2003, 49 (9), p. 427-432, ISSN 1217-1178.
- 47 VONDRÁŠKOVÁ, Š. Holandský výzkum používání vinasy pro ochranu proti strupovitosti jablek. *Holandský výzkum používání vinasy pro ochranu proti strupovitosti jablek*. 2007, č. 62474. Dostupné z: <http://agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=62474>.

- 48 WILLIAMS, E., B., BROUWN, A., G. A new physiological race of *Venturia inaequalis*, instant op apple scab. *Plant Disease Reports*. 1968, 52, p. 799-801.
- 49 WILLIAMS, E. B., KUC, J. Resistance in *Malus* to *Venturia inaequalis*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 1969, 7: 223-246.

Internetové zdroje obrázků:

- 1 *Pseudoperithecium* [online]. [cit. – 2015-05-02] Dostupné z WWW: <<http://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/fitosanitario/doc/avversita/avversita-per-nome/immagini-e-documenti/ticchiolatura-del-melo/aschi-e-ascospore-di-venturia-inaequalis/image>>.
- 2 *Konidie* [online]. [cit. – 2015-05-02] Dostupné z WWW: <<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Article%20Images/AppleScab12.jpg>>.
- 3 *Askospory* [online]. [cit. – 2015-05-02] Dostupné z WWW: <<http://www.vsuo.cz/index.php?page=7301#>>.
- 4 *Slepá mapa ČR* [online]. [cit. – 2015-05-02] Dostupné z WWW: <http://www.zemepis.com/smkrajem.php>

11 PŘÍLOHY

Tab. I. Fungicidy povolené v systémech integrované produkce k ochraně proti strupovitosti jablem v roce 2014 (LÁNSKÝ a KLOUTVOROVÁ, 2014)

Obchodní název	Název účinné látky	Dávka na 1 ha	OL (dn y)	Poznámka
Anture 70 WG	propineb	2,25 kg	AT	do BBCH 69 (ukončení kvetení)
Batalion 450 SC	pyrimethanil	0,7 l	28	kontaktně a translaminátně
Bellis	pyraclostrobin, boscalid	0,8 kg	7	max. 4 x za vegetaci
Captan 80 WG	captan	2,1 kg	28	
Clarinet 20 SC	fluguinconazole pyrimethanil	1,0-1,5 l	28	kombinovaný, systémově, kontaktně a translaminárně; působí za nízkých teplot
Cuprocaffaro	oxichlorid mědi	3,0-5,0 kg	AT	
Cuprozin Progress	hydroxid měďnatý	1,5 kg	21	
Delan 700 WDG	dithianon	0,7 kg	21	
Delan 750 SC	dithianon	0,7 l	21	
Difcor 250 EC	difenoconazole	0,2 l	14	
Difo 20% EC	difenoconazole	0,2 l	17	
Discus	kresoxim-methyl	0,2 kg	35	strobilurin
Dithane DG Neotec	mancozeb	2,0-4,5 kg	28	
Dithane M 45	mancozeb	2,0-4,5 kg	28	
Domark 10 EC	tetraconazole	0,4 l	14	systémově
Flint Plus	trifloxystrobin captan	1,8 kg	14	strobilurin s kontaktní složkou
Flowbrix	oxichlorid mědi	2,0-3,5 l	AT	
Funfuran-OH 50 WP	hydroxid měďnatý	3,0-5,0 kg	AT	
Gladius 450 SC	pyrimethanil	0,7 l	28	
Champion 50 WP	hydroxi měďnatý	3,0-5,0 kg	AT	
Chorus 50 WG	cyptodinit	0,45 kg	28	systémově; působí za nízkých teplot
Kocide 2000	hydroxid měďnatý	2,5-3,5 kg	AT	
Kumulus WG	síra	4,5-6,5 kg	3	
Kuprikoc 50	oxichlorid mědi	3,0-5,0 kg	AT	
Kuprikol 250 SC	oxichlorid mědi	7,0 l	AT	
Manfil 75 WG	mancozeb	3,2 kg	35	
Manzate 75 WG	mancozeb	2,0 kg	28	
Mastane SC	mancozeb	3,0 l	28	
Merpan 80 WG	captan	1,5 kg	28	
Minos	pyrimethanil	0,75-1,0 l	28	kontaktně a translaminátně

Mythos 30 SC	pyrimethanil	0,75-1,0 l	28	kontaktně a translaminátně
Novozir MN 80 NEW	mancozeb	2,5-4,5 kg	21	
Penncozeb 75 DG	mancozeb	2,0 kg	28	
Polyram WG	metiram	2,0-2,4 kg	21	
Punch 10 EW	flusilazole	0,2-0,3 l	35	systemově, použití jen do 13.10.2014
Score 250 EC	difenoconazole	0,2 l	49	systemově
Sulfolac 80 WG	síra	3,5 kg	7	dávka na 1 m koruny
Sulfurus	síra	3,5 kg	7	dávka na 1 m koruny
Syllit 400 SC	dodine	1,2-1,7 l	28	lokálně systemově
Syllit 65 WP	dodine	0,75 - 1,0 kg	21	lokálně systemově
Systhane 12 EC	myclobutanil	0,6 l	28	systemově
Talent	myclobutanil	0,45 l	14	systemově
Tercel	pyraclostrobin, dithianon	2,5 kg	35	strobilurin s kontaktní složkou
Thiram Granuflo	thiram	3,0 kg	35	
Topas 100 EC	penconazole	0,45 l	35	systemově
Zato 50 WG	trifloxystrobin	0,15 kg	14	strobilurin

Tab. II. Seznam registrovaných rezistentních odrůd

(<http://www.sempra.cz/odrudy/ovoce/popisy/jablone.htm>, <http://www.ovocne-stezky.cz/?page=navody-a-doporuceni&group=vysadby&text=nove-odrudy-jabloni>,
<http://www.ueb.cas.cz/cs/content/stanice-slechtenu-jablone-na-rezistenci-k-chorobam>,
http://www.arbia.cz/Jablone_zimni.php, <http://www.ovocnarska-unie.cz/>,
<http://vsuo.cz/index.php?page=20>).

Odrůda	Původ	Rodiče	Uznání	Odolnost ke strupovitosti jabloně podmíněná
Admiral	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Mira’ × ‘Bohemia’	2012	Genem <i>Rvi6</i> a polygenním základem
Ametyst	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Nela’ × ‘Vista Bella’	2006	Genem <i>Rvi6</i>
Angold	SEMPRA Praha a.s.	hybridu HL A 28/39 (‘Antonovka’ v.s.) × ‘Golden Delicious’	1995 (2007)	Genem <i>Rvi10</i>
Biogolden	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	hybrid ÚEB × ‘Golden Delicious’	2001	Genem <i>Rvi6</i>
Cactus	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Topaz’ × ‘Tuscan (Bolero)’	2011	Genem <i>Rvi6</i>
Florina	SEMPRA Praha a.s.	vícenásobný hybrid	1988 (2007)	Genem <i>Rvi6</i> a <i>Rvi1</i>
Goldline	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	UEB 3138/1 × ‘Bohemia’	2010	Genem <i>Rvi6</i>
Goldstar	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Rubín’ × ‘Vanda’	1959 (2008)	Genem <i>Rvi6</i>
Hana	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Prima’ × ‘Krasava’	1999 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Heliodor	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Golden Delicious’ × ‘Topaz’	2008	Genem <i>Rvi6</i>
Julia	SEMPRA Praha a.s.	‘Quinte’ × ‘Discovery’	1994 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Karneval	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Vanda’ × ‘Cripps Pink’ (Pink Lady)	2011	Genem <i>Rvi6</i>
Lipno	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Vanda’ × ‘Rubinola’	2006	Genem <i>Rvi6</i>
Luna	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Topaz’ × ‘Golden Delicious’	2005	Genem <i>Rvi6</i>
Melodie	Ing. Otto Louda	‘Šampion’ × OR38T16	1991 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Merkur	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	‘Topaz’ × ‘Rajka’	2012	Genem <i>Rvi6</i>

Moonlight	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Goldstar' × 'Telamon' (Walz)	2010	Genem <i>Rvi6</i>
Orion	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Golden Delicious' × 'Otava'	2006	Genem <i>Rvi6</i>
Otava	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Šampion' × 'Jolana'	1997 (2007)	Genem <i>Rvi6</i> ,
Produkta	SEMPRA Praha a.s.	'Antonovka' × 'Goldspur'	1998 (2007)	Genem <i>Rvi10</i>
Rajka	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Šampion' × hybrid ÚEB 1200/1 ('Jolana' × 'Rubín')	1999 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Red Spring	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Elise' × UEB 3300/1	2013	Genem <i>Rvi6</i>
Red Topaz	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	Červená mutace odrůdy 'Topaz'	2007	Genem <i>Rvi6</i>
Rondo	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	ÚEB 2345/1 × 'Bolero'	2007	Genem <i>Rvi6</i>
Rosana	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Jolana' × 'Lord Lambourne'	1994 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Roseli	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Aneta' × 'Maypole'	2012	Genem <i>Rvi6</i>
Rozela	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Vanda' × 'Bohemia'	2008	Genem <i>Rvi6</i>
Rubinola	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Prima' × 'Rubín'	1997 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Selena	SEMPRA Praha a.s.	'BriteMac' × 'Prima'	1994 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Shalimar	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Topaz' × 'Golden Delicious'	2009	Genem <i>Rvi6</i>
Sirius	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Topaz' × 'Golden Delicious'	2008	Genem <i>Rvi6</i>
Solaris	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Topaz' × 'Bohemia'	2013	Genem <i>Rvi6</i>
Svatava	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Golden Delicious' ×	1997 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Topaz	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Rubín' × 'Vanda'	1997 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Vanda	Ústav experimentální botaniky AV ČR, Střížovice	'Jonagold' × 'Lord Lambourne'	1994 (2007)	Genem <i>Rvi6</i>
Vysočina	VŠOU Holovousy s.r.o.; SEMPRA Praha a.s.	HL 75-26-8 a mutace odrůdy 'McIntosh'	2006	Genem <i>Rvi6</i>