

Strupovitost jabloně – nejvýznamnější houbová choroba jabloní

Venturia inaequalis
(Cooke) G. Winter 1875



Úvod

Strupovitost jabloně, jejímž původcem je houba *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. (anamorfa *Spilocaea pomi*), představuje hospodářsky nejvýznamnější houbovou chorobu ve všech oblastech pěstování jabloní.

V posledních letech narůstá její škodlivost vlivem klesající biologické účinnosti některých fungicidů v důsledku vzniku rezistentních populací k určitým skupinám účinných látek. Příčinou je jejich nesprávné, nadměrné a časté používání, nekvalitně prováděná aplikace a nedodržování doporučených dávek. Dalším důvodem narůstající škodlivosti choroby je překonání rezistence u některých rezistentních odrůd jabloní novou a agresivnější rasou č. 7 patogenu, která se postupně šíří po celém evropském kontinentu.

Taxonomické zařazení

Říše Fungi, oddělení Ascomycota, třída Ascomycetes, podtřída Dothideomycetidae, řád Pleosporales, čeleď *Venturiaceae*, rod *Venturia*.

Teleomorfa: *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, 1875

Anamorfa: *Spilocaea pomi* Fries, 1825; syn. *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuckel, 1870

Mezinárodní označení – EPPO kód: VENTIN

Anglický název: Apple scab, Apple Black Spot

Zeměpisné rozšíření

Jabloň domácí *Malus ×domestica* pochází z horských oblastí Kavkazu, Zakavkazska a Íránu, ze kterých se postupně rozšířila do Malé Asie a Evropy. Patogen *Venturia inaequalis* je pravděpodobně rovněž euroasijského původu, jeho výskyt byl původně vázán na areál hostitelského druhu. Postupně však byl zavlečen na další kontinenty (Amerika, Afrika, Austrálie) během jejich kolonizace a v současné době je rozšířen ve všech oblastech pěstování jabloní (Evropa, severní část Asie, Severní a Jižní Amerika, severní a jižní Afrika, Austrálie a Nový Zéland).

Výskyt v České republice

Strupovitost jabloně je choroba vyskytující se plošně na celém území České republiky ve všech výrobních oblastech, její škodlivost se liší v jednotlivých letech dle průběhu počasí.

Možnost záměny

Na okrasných i ovocných druzích jabloní (*Malus* sp.) škodí patogen *Venturia inaequalis* f.sp. *pomi*.

Na základě nejnovějších výsledků molekulárně-genetických studií bylo zjištěno, že původce strupovitosti hlohyně (*Pyracantha* sp.), původně popsáný jako *Venturia pyracanthae* (anamorfa *Spilocaea pyracanthae*, syn. *Fusicladium pyracanthae*), je geneticky téměř totožný s původcem strupovitosti jabloně, jedná se tedy o specializovanou formu druhu *Venturia inaequalis* f.sp. *pyracanthae*.



Obr. 1: Typické příznaky napadení na mladých plodech

Na hrušních *Pyrus* sp. se vyskytuje blízké příbuzný, ale jiný druh *Venturia pirina* (anamorfa *Fusicladium pyrorum*), který nenapadá jabloně a rovněž ani asijské druhy hrušni.

Na asijských druzích hrušni „nashi“, tj. japonských *Pyrus pyrifolia* var. *culta* a čínských *Pyrus ussuriensis*, se v původních areálech rozšíření vyskytuje další druh patogenu, *Venturia nashicola*. Jedná se o škodlivý organismus, jehož zavlečení na území ČR je zakázáno.

Hostitelské rostliny

Patogen má poměrně široký okruh hostitelských rostlin z čeledi *Malaceae* – jabloňovitých. Hlavním hostitelským rodem je jabloň (*Malus* sp.), především nejvýznamnější a nejčastěji pěstovaný ovocný druh mírného klimatického pásma, jabloň domácí *Malus ×domestica* Borkh. Patogen však napadá také zástupce rodů *Sorbus* sp. – jeřáb, *Pyracantha* sp. – hlohyně, *Viburnum* sp. – kalina, dále *Eriobotrya japonica* – lokvát japonský, *Crateagus laevigata* (*oxyacantha*) – hloh obecný, *Cotoneaster integerrimus* – skalník celokrajný.

Biologie

Příznaky napadení

Patogen napadá listy, květy a plody, zcela výjimečně i letorosty. Na obou stranách čepelí listů vznikají nejdříve hnědozelené, později černé, sazovité, různě velké skvrny, pletivo pod nimi často i nekrotizuje (sazovité skvrny se však někdy vyskytují i na spodní straně listových čepelí). Postižená místa nekrotizují, silně napadené listy opadávají. Obdobné skvrny se tvoří i na květech a plodech. Silně napadené květy a mladé plody rovněž opadávají. Na starších plodech se tvoří různě velké a různě utvářené šedočerné skvrny. V důsledku nestejnomyrného růstu postižených a zdravých pletiv plodů dochází často k deformacím a při silném napadení i k praskání plodů. Následně jsou postižené plody sekundárně napadány dalšími patogeny, způsobujícími různé hniloby plodů. Výjimečně může dojít k napadení plodů před sklizní, které se projeví na vizuálně zdravých a nenapadených plodech až ve skládce. Na plodech se toto pozdní napadení projeví drobnými šedočernými skvrnami rozestými často ve velkém množství po celém povrchu jablka (tzv. skládková strupovitost).



Obr. 2: Typické příznaky napadení plodů v období sklizňové zralosti

Morfologie

V pletivech opadaných listů se vyvíjejí plodnice (pseudoperithecia), v plodnicích se tvoří vřecka, obsahující vždy osm askospor.

Plodnice je kulovitěho tvaru, tmavohnědá až černá, 90–150 µm velká, obsahuje asi 50–100 vřecek. Válcovitá vřecka jsou 55–75 x 6–12 µm velká, bitunikátní (stavbou vícevrstevná, funkčně tvořená dvěma vrstvami). Při vyprazdňování se nejdříve vnější vrstva, méně pevná a křehká (exoascus), protrhne a vnitřní pružná vrstva (endoascus) se prodlouží až na 2–3x větší délku, zralé askospory se přesouvají do apikální části, ze které jsou otvorem vlivem turgoru aktivně vystřelovány.

Askospory jsou žlutavě zelené až žlutohnědé, 11–16 x 5–7 µm velké. Jsou dvoubuněčné, horní buňka je kratší a širší než spodní.

Nepohlavní rozmnožování se děje konidii. Konidie jsou jednobuněčné nebo dvoubuněčné, světle až tmavě olivově zelené zbarvené, opačně kyjovitého, hruškovitého nebo někdy nepravidelného tvaru, na konci zašpičatělé, 20–30 µm dlouhé. Vznikají na konidioforech a tvoří se postupně během období sporulace. Konidiofory jsou krátké, neclánkované vyrůstají z hnědého mycelia na povrch listů trhlínami v kutikule.

Vývojový cyklus

Patogen je fakultativním (příležitostným) parazitem. Pohlavní a nepohlavní stadium tvoří na sebe navazující úseky vývojového cyklu se zcela odlišnými ekologickými nároky i odlišným způsobem života. Během vývojového cyklu houba prochází fází s parazitickým způsobem výživy na živých pletivech hostitele (nepohlavní stadium – anamorfa) a období vegetačního klidu jabloní, hostitelského druhu, přetrvává jako saprofyt (pohlavní stadium – teleomorfa). Přezimuje v pletivech napadených a opadaných listů, ve kterých se brzy po opadu listů začnou vyvíjet plodnice, které na jaře dokončují vývoj a v nich dozrávají vřecka a askospory.

Askospory jsou zdrojem a příčinou primárních infekcí. První askospory bývají zralé v období rašení jabloně, nejspíše v fázi myšího ouška. Askospory postupně dozrávají a uvolňují se v závislosti na průběhu počasí. Období uvolňování askospor začíná v teplejších oblastech výjimečně v první, většinou až v druhé dekádě dubna, pokračuje během května až do poloviny (výjimečně do konce) června. Největší intenzita dozrávání askospor a také nebezpečí infekcí nastává od fenofáze růžové poupě a trvá zpravidla do období přibližně 2 týdnů po odkvětu. V tomto relativně krátkém časovém úseku se obvykle uvolní 90–95% askospor. Období uvolňování askospor a nebezpečí primárních infekcí trvá cca 6–8 (vzácněji až 10) týdnů.

Konidie se vytvářejí po skončení inkubační doby patogenu, během fáze sporulace. Tvoří se od jara až do konce vegetace, tj. do opadu listů a výjimečně i ve skládkách ovoce. Jsou zdrojem a příčinou tzv. sekundárních infekcí.

Způsob šíření

Askospory jsou vymršťovány z vřecek a vzdušnými proudy přenášeny na povrch rostlinných orgánů, rašících nebo vytvořených mladých listů, květních poupat, vzácněji i letorostů. Na povrchu rostlinných pletiv ve vodním prostředí (dešťové kapky, silná rosa, povrchová zavlaha) vyklíčí, vzniká klíčící vlákno a na jeho konci se tvoří apresorium, které penetračním hrotem naruší kutikulu a proniká do mezibuněčných prostor mezi kutikulou a epidermis (intercelulární parazit), následně do buněk prorůstají haustoria, která využívají zásobní látky buněk, postupně dochází ke kolonizaci okolních buněk a k jejich nevratnému poškození, což se projevuje i změnou zbarvení napadených pletiv. Konidie se šíří pomocí vodních kapek z výše položených infikovaných listů nebo plodů na níže položené mladé listy a plody, které jsou velmi citlivé k patogenu.

Ekologie

Strupovitost se šíří především za deštivého počasí, k uvolňování askospor však může dojít i při silných rosách. Navlhčená plodnice praská, askospory jsou vymršťovány nad povrch listů a dále rozšiřovány vzdušnými proudy. K vyklíčení



Obr. 3: Typické příznaky napadení na starších listech jabloní



Obr. 4: Odumřelé napadené listy jabloní - zdroj primárních infekcí

askospory a vzniku infekce je nezbytná určitá doba trvání ovlhčení. Teplota významně ovlivňuje rychlost vývoje patogenu (fázi infekce, inkubační dobu, sporulaci). Primární, askosporové, infekce mohou nastat v rozmezí teplot 0,5–29 °C. Optimální jsou teploty 17–21 °C. Čím je příznivější teplota (blíží optimálnímu intervalu), tím kratší je potřebná doba ovlhčení k vyklíčení spory a ke vzniku infekce. V suchých periodách (bez deště, resp. bez intenzivního ovlhčení listů) k infekcím nedochází, stejně tak i ve tmě (k infekci askosporami dochází pouze ve dne, protože askospory potřebují k vyklíčení světlo).

Na povrchu primárně napadených pletiv vyrůstají po uplynutí inkubační doby konidiofory, na nichž se tvoří konidie, které jsou zdrojem sekundárních infekcí. Sekundární infekce mohou nastat v širokém rozmezí teplot, minimální teplota pro infekci konidiami je 5 °C, optimální teploty jsou v rozmezí 14–24°C, maximální teplota je 28 °C. K infekci konidiami dochází na rozdíl od askospor ve dne i v noci (na světle i ve tmě).

Splnění podmínek pro infekci (intenzita infekce) lze stanovit na základě zjištěné doby ovlhčení a průměrné teploty vzduchu během ovlhčení (případně relativní vlhkosti vzduchu při přerušení ovlhčení povrchu). Vzájemný vztah mezi teplotou, dobou ovlhčení povrchu a intenzitou infekcí, který je základem metod signalizace ochrany, definoval Mills a později upravili jeho následovníci (tzv. „Millsova tabulka“).

Význam

Při silném napadení listů dochází k redukcii listové plochy a snížení asimilace, což se může projevit následně zhoršením chuti plodů, snížením jejich velikosti nebo jejich skladovatelnosti. V následujících letech dochází k negativnímu ovlivnění růstu stromů (tvorba kratších letorostů, menší násada plodů). Silněji napadené plody nelze realizovat na trhu, jsou vhodné pouze pro průmyslové zpracování. Opakované silnější výskyt doprovázené předčasným opadem listů mohou způsobit uhynutí oslabených stromů během extrémních zim.

Patogen způsobuje významnější škody především v oblastech s oceánským charakterem podnebí, v oblastech s kontinentálním charakterem se větší škodlivost projevuje v chladnějších a humidních podhorských polohách s vhodnými mikroklimatickými podmínkami.

Ochrana

Ochranná opatření lze rozdělit na nepřímá a přímá, nepřímá představují obecně známé a prakticky využívané postupy a opatření při zakládání výsadby a jejich údržbě.



Obr. 5: Plodnice (pseudoperithecia) na odumřelých napadených listech (detail)

Nepřímá – preventivní opatření

Jedná se o souhrn převážně agrotechnických opatření, která je třeba provést při zakládání ovocné výsadby, jež omezují vhodnost podmínek pro šíření choroby (výběr

stanoviště, správná orientace výsadby, vhodný spon a pěstební tvar); nebo pozitivně ovlivňují zdravotní stav výsadby – (vyrovnané hnojení; využití doplňkové závlahy – kapková zařízení; použití zdravého (certifikovaného) sadbového materiálu; soulad mezi stanovištěm a odrůdou (rajonizace). Další nepřímá opatření jsou zaměřena na údržbu výsadby v dobrém zdravotním stavu (optimální péče o korunu – přiměřený, šetrný a správně termínovaný výchovný, udržovací, zmlazovací řez vč. letního).

Podpora půdních organismů rozkládajících organickou hmotu

Podpora půdních mikro a makroorganismů (především bakterie a houby, ze živočichů hlavně žížaly), rozkládajících organické zbytky, tedy opadané napadené listy jabloní. To znamená výběr ekotoxikologicky nezávadných pesticidů, úplné vyloučení nebo pouze omezené používání pesticidů toxických pro necilové organizmy.

Ochrana přímá

Genetická – rezistentní odrůdy

Základem by mělo být pěstování tolerantních a především rezistentních odrůd jabloní, zejména v systému integrované produkce. V systému ekologického pěstování je použití rezistentních odrůd základní podmínkou.

Státní odrůdová kniha uvádí následující rezistentní odrůdy tuzemského původu: „Ametyst“, „Angold“, „Biogolden“, „Blaník“, „Dantes“, „Dolores“, „Durit“, „Heliodor“, „Karmína“, „Kordona“, „Lotos“, „Lipno“, „Luna“, „Melodie“, „Nela“, „Opal“, „Orion“, „Otava“, „Produkta“, „Pyrop“, „Rajka“, „Red Topaz“, „Rondo“, „Rosana“, „Rozela“, „Rubinola“, „Sirius“, „Sonet“, „Svatava“, „Topaz“, „Vanda“, „Viktoria“, „Vysočina“; zahraničního původu je např. odrůda „Florina“ aj.

Donorem genu Vf, na kterém byla založena rezistence převážně většiny odrůd pěstovaných v ČR i ve světě, je botanický druh – jablono mnohokvětá *Malus floribunda* Sieb. klon 821. Překonání rezistence (v roce 2006 na několika lokalitách na území ČR) potvrdilo potřebu změny strategie šlechtění, aktuálním cílem šlechtitelských programů ve všech producentních zemích je získání nových odrůd jabloní s polygenně založenou rezistencí k patogenu.

Mechanická – odstraňování zdrojů infekce

Odstranění opadaných infikovaných listů jabloní, a to nejlépe již na podzim, bezprostředně po opadu nebo případně v předjaří, před začátkem jarní vegetace a tvorby askospor ve věckách. Odstranění zdrojů infekcí se provádí různými způsoby, dle časových a finančních možností pěstitele a vybavení vhodnými mechanizačními prostředky, např. vysáváním opadaných listů nebo shrabováním a následným odvozem, mechanickým rozdrcením a zapravením do půdy pomocí rotavátorů. Likvidace je možná i kompostováním.

Biologická

Použití biopreparátů (antagonistických druhů hub *Athelia bombacina*, *Microsphaeropsis ochracea*, *Chaetomium* sp., aj.) je stále ve fázi experimentálního ověřování. Účinnost testovaných biopreparátů byla nepřímo úměrná k termínu podzimní aplikace (pozdní aplikace byly méně



Obr. 6: Řez plodnicí (pseudoperitheciem)

účinné). S různým úspěchem byly ověřovány i biopreparáty urychlující rozklad opadaných infikovaných listů (enzymy).

Chemická

Chemická ochrana by měla být až posledním opatřením, prováděným ve zcela výjimečných případech a až po vyčerpání všech uvedených možností nepřímé i přímé ochrany. Je však stále upřednostňována před méně nákladnými a pro životní prostředí a zdraví lidí vhodnějšími preventivními opatřeními. Zahájení ochranných zásahů by mělo být podloženo mikroskopickým sledováním průběhu dozrávání askospor ve věckách, ke stanovení termínu ukončení ochrany je vhodné využít lapače spor.

K zabránění vzniku rezistence nebo alespoň k oddálení nástupu rezistence a omezení nebezpečí vzniku křížové rezistence (cross-rezistence) k přípravkům na ochranu rostlin byly zpracovány a pro praxi doporučeny následující zásady tzv. antirezistentní strategie:

- nepoužívat aplikace jednotlivých strobilurinových (triazolových) fungicidů;
- kombinovat je s kontaktními fungicidy (účinné látky *captan*, *dithianon*, *mancozeb*, *metiram*, *thiram* apod.);
- používat plné dávky strobilurinů (triazolů) ve směsi;
- nepoužívat blokové aplikace stejných účinných látek (stejně skupiny účinných látek);
- při podezření z poklesu účinnosti těchto fungicidů směřovat jejich aplikace mimo období nejsilnějšího infekčního tlaku;
- v případě potvrzení rezistence vyřadit strobilurinové přípravky ze systému ochrany po dobu několika let.

Základem úspěšné chemické ochrany je zvládnutí primárních infekcí (duben–červen), které vyloučí potřebu dalších ošetření proti sekundárním infekcím (od července do sklizně).

Ochranu je možné provádět preventivně nebo kurativně na základě sledování průběhu infekcí, příp. jako kombinaci obou systémů – (před květem se ošetřuje preventivně (méně intenzivní růst, nižší teploty), po odkvětu kurativně).

Při preventivní ochraně se ošetřuje průběžně po celé období primárních infekcí, tj. od vyrašení do června v intervalu (5)7–10 (výjimečně 14 i více) dní, dle průběhu počasí (využití krátkodobé předpovědi počasí). Maximální intenzita ochrany musí být v období největšího nebezpečí infekcí, od fenofáze růžového poupěte do doby přibližně 1–2 týdny po odkvětu. Interval mezi postřiky by měl zohlednit infekční tlak, intenzitu růstu a možnosti použitého fungicidu (reziduální účinnost účinné látky; mechanismus účinku: kontaktní přípravek – možná smyvateľnost při intenzivních dešťových srážkách, nechrání nově vyvinuté listy, systémový a lokálně systémový přípravek – snížená účinnost až neúčinnost za nízkých teplot. Při kurativní (postinfekční) ochraně se ošetřuje po splnění podmínek pro infekci. K ošetření musí být použity kurativně působící fungicidy, lépe však kombinované fungicidy nebo případně tank-mix kombinace (systémově a kontaktně působící účinná látka), při jejich aplikaci je třeba důsledně dodržovat doby kurativní účinnosti. Další ošetření se signalizuje po infekci, která vznikla šestý nebo další dny po předchozím ošetření.

Účinným ochranným opatřením, využívaným např. v konvenčním systému pěstování jabloní, je podzimní aplikace močoviny (5%) na listy těsně před opadem, podzimní aplikace na opadané listy (v době, kdy je opadáno cca 95% listů ze stromů) a jarní aplikace před rašením. Využití



Obr. 7: Zralé dvoubuněčné askospory

metody však může být problematické z důvodu nutnosti dodržení podmínek v rámci agroenvironmentálních opatření (nitratová směrnice) a je samozřejmě zakázané v ekologické produkci. Nadějně se jeví použití z hygienického hlediska neproblematických pomocných prostředků, např. hydrogenuhličitanu sodného (jedlá soda) nebo draselného, dolomitického vápence, různých rostlinných výluhů a dalších látek účinkujících přímo proti patogenu nebo jako induktory rezistence.

Omezené použití chemické ochrany (během rozhodujícího období primárních infekcí – před květem až 2 týdny po odkvětu) je nezbytné i ve výsadbách v současnosti pěstovaných rezistentních odrůd jabloní, kde ochrana dřívě nebyla potřebná.

Přípravky (účinné látky) registrované v ČR proti strupovitosti jabloně

Proti strupovitosti jabloně byly registrovány v ČR (září 2010) následující přípravky na ochranu rostlin (účinné látky):

Baycor 25 WP (*bitteranol*), Captan 50 WP (*captan*), Chorus 75 WG (*cyprodinil*), Clarinet 20 SC (*fluquinconazole* + *pyrimethanil*), Delan 700 WDG (*dithianon*), Delan 750 SC (*dithianon*), Discus (*kresoxim-methyl*), Dithane DG Neotec (*mancozeb*), Dithane M 45 (*mancozeb*), Domark 10 EC (*tetraconazole*), Emerald 10 EC (*tetraconazole*), Flint (*trifloxystrobin*), Flint 50 WG (*trifloxystrobin*), Flint Plus (*trifloxystrobin* + *captan*), KeMiChem-Penconazol 100 EC (*penconazole*), KeMiChem-Trifloxystrobin 50 WG (*trifloxystrobin*), Kresox (50 WG) (*kresoxim-methyl*), Merpan 50 WP (*captan*), Merpan 80 WG (*captan*), Minos (*pyrimethanil*), Mythos 30 SC (*pyrimethanil*), Novozir MN 80 NEW (*mancozeb*), Polyram WG (*metiram*), Punch 10 EW (*flusilazole*), Score 250 EC (*difenoconazole*) použití max. do 2012, Syllit 65 WP (*dodine*), Syllit 400 SC (*dodine*), Systhane 12 EC (*myclobutanil*), Talent (*myclobutanil*), Tercel (*pyraclostrobin* + *dithianon*), Thiram Granuflo (*thiram*), Topas 100 EC (*penconazole*), Zato 50 WG (*trifloxystrobin*).

Uživatel je povinen řídit se vždy návodem k použití na obalu přípravku. Použití některých výše uvedených registrovaných přípravků proti strupovitosti jabloně nemusí být vždy povoleno v systémech integrovaného pěstování ovoce, případně může být omezen počet doporučených ošetření (na základě Nařízení vlády, o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření) nebo stanoveny zvláštní podmínky pro aplikaci. Podrobnosti viz aktuálně platné směrnice SISPO (Svazu pro integrované systémy pěstování ovoce), případně doplňky směrnic.

Text: RNDr. Jan Juroch

Seznam použité literatury je uložen u autora.

Fotografie: Jan Juroch (Obr. 1–5)

Obr. 6: http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html

Obr. 7: <http://www.aebletoften.dk/projekt/skurv.htm>

Vydalo:

Ministerstvo zemědělství ČR

ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou

Těšnov 17, 117 05 Praha 1

<http://www.eagri.cz>, e-mail: info@mze.cz

<http://www.srs.cz>, e-mail: sekretariat@srs.cz

Praha 2010