



INVAZNÍ PATOGENY DŘEVIN V ŽIVOTNÍM PROSTŘEDÍ

determinace chorob a možnosti omezení šíření a impaktu na lesní ekosystémy



Invazní patogeny dřevin v životním prostředí

– determinace chorob a možnosti omezení šíření
a impaktu na lesní ekosystémy

Invazní patogeny dřevin v životním prostředí – determinace chorob a možnosti omezení šíření a impaktu na lesní ekosystémy

Certifikovaná metodika

Karel Černý, Eva Chumanová, Ludmila Havrdová, Zuzana Haňáčková, Tereza Brestovanská, Vladimír Zýka



Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
Květnové náměstí 391
Průhonice, 252 43

cerny@vukoz.cz, +420 296 528 232

Recenzenti:

RNDr. Jaroslava Marková, CSc. (Univerzita Karlova v Praze)

Mgr. Lenka Reiterová (NP Podyjí)

Schváleno k použití Ministerstvem životního prostředí ČR. Osvědčení č. j. MZP/2021/620/2105.

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu TA ČR TH030306.



Tato certifikovaná metodika „Invazní patogeny v životním prostředí – determinace chorob a možnosti omezení šíření a impaktu na lesní ekosystémy“ byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Epsilon.

© Karel Černý et al., 2021

ISBN: 978-80-87674-46-8

Obsah

1. Úvod	4
2. Cíl metodiky	5
3. Vlastní popis metodiky	6
3.1. <i>Colletotrichum salicis</i>	7
3.2. <i>Cryptostroma corticale</i>	10
3.3. <i>Dothistroma septosporum</i>	13
3.4. <i>Eutypella parasitica</i>	17
3.5. <i>Hymenoscyphus fraxineus</i>	20
3.6. <i>Melampsorium hirastukanum</i>	24
3.7. <i>Ophiostoma novo-ulmi</i>	27
3.8. <i>Phytophthora alni</i>	30
3.9. <i>Phytophthora cinnamomi</i>	34
3.10. <i>Phytophthora plurivora</i>	38
3.11. <i>Phytophthora ramorum</i>	40
4. Srovnání novosti postupů	42
5. Popis uplatnění certifikované metodiky	42
6. Ekonomické aspekty	43
7. Seznam použité literatury	44
8. Seznam publikací, které předcházely metodice	50
Poděkování	52
Slovníček	53

1. Úvod

První zaznamenané známky výskytu a dopadu zavlečených nepůvodních patogenů rostlin (resp. lesních dřevin) jsou spjaty zejména s nastupujícími hlubokými celospolečenskými změnami konce 18. a počátku 19. století doprovázených mj. i intenzifikací zemědělské výroby, kdy v jižní a západní Evropě již pravděpodobně zdomácněla celá řada patogenů rostlin zavlečených již dříve ze zámoří spolu s exotickými okrasnými rostlinami a zemědělskými plodinami (první z nich byly zavlečeny nepochybně již v období objevitelských cest). Některé ze zavlečených druhů již tehdy unikaly do venkovního prostředí – nejprve do kulturních biotopů (např. plíseň skořicovníková *Phytophthora cinnamomi* a p. buková *P. cambivora* ve Středomoří do kaštanovníkových sadů) a posléze některé z nich i do volné krajiny a lesních porostů. Velké množství patogenů bylo zavlečeno také spolu s dovezenými exotickými lesními dřevinami a jejich semeny. Pěstování exotů, které mj. potvrdilo společenský statut vyšších společenských vrstev, se postupně rozšiřovalo a spolu s tím i areály s nimi zavlečených druhů organismů a možnosti jejich přechodu na domácí dřeviny. Kdo by dnes hádal, že např. všudypřítomné patogeny dřevin jako brvenka modřínová (*Lachnellula willkommii*), rážovka rakovinová (*Nectria galligena*) nebo padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*) nejsou původní druhy naší mykoflóry. Narůstající počet zaznamenaných záchtů nově zavlečených druhů načas pokleslo v první polovině 20. století v důsledku celosvětových událostí (válečné konflikty, krize), bylo však brzy vystřídáno dalším obdobím růstu, které dokonce získalo exponenciální ráz v souvislosti se zintenzivňujícími se globalizačními trendy. Tohoto negativního efektu bylo území dnešní ČR do jisté míry dočasně ušetřeno v důsledku izolace východního bloku. Po pádu železné opony a napojením se na světový obchod ale počet záchtů nově zavlečených druhů razantně zesílil a dokonce předstihl západní Evropu.

Prvním z řady významných nebezpečných patogenů proniknuvších na území ČR se stal druh *Ophiostoma ulmi*, který od desátých let 20. století decimoval porosty jilmů v ČR a zejména blízce příbuzný *O. novo-ulmi*, zavlečený na naše území v letech šedesátých. V důsledku invazí těchto dvou druhů klesla početnost populací našich jilmů na cca 5 % a pravděpodobně se již nikdy neobnoví. Tyto dva příklady jsou jen jedněmi z více než pěti set známých nepůvodních zavlečených druhů patogenů na naše území, z nichž podstatná část je schopna parazitovat na našich dřevinách. Šíření a dopad těchto druhů se tak staly jednou z největších výzev v lesnictví a nyní i s postupnou degradací některých citlivých biotopů i v ochraně přírody a krajiny.

Přes vyvíjená a uplatňovaná fyto-sanitární opatření, která mají za cíl invaze těchto organismů zastavit či zpomalit (která, jak jinak, obecně

nemají přílišnou šanci současné síle globálního obchodu s rostlinami čelit), se nepůvodní patogeny dřevin celosvětově stále více šíří a stávají běžnou součástí nejrůznějších ekosystémů a začínají být chápány jako významní činitelé formující a ohrožující lesní biotopy i ostatní porosty dřevin ve volné krajině a v sídlech. V ČR je tato problematika velmi aktuální a to mj. i v souvislosti s probíhající kůrovcovou kalamitou a následným vysazováním sazenic listnáčů nezřídka kontaminovaných nepůvodními patogeny z lesních školek (např. *Phytophthora plurivora*). Neznalost či přehlížení rizik souvisejících se zavlečením a přítomností invazních patogenů při pěstování a obnově lesních porostů pak může zapříčinit nejen významné ekonomické škody, ale i dlouhodobé či trvalé poškození jejich mimoprodukčních funkcí a poškození životního prostředí. Vytváření a plošně zavádění včasných, systematických, efektivních a zároveň široce přijatelných opatření je v současné době z řady důvodů bohužel spíše jen zbožným přáním a zdá se, že naopak můžeme spíše předpokládat postupný nárůst aktivit nepůvodních invazních organismů, jejich další šíření a zdomácnění.

Hlavními opatřeními používanými v budoucnu, zejména v případě systémů více přírodních, budou tak jistě adaptační opatření založená na důkladných výzkumech ekologie patogenů a epidemiologie chorob, na expertních a statistických modelech a predikcích, na evaluacích citlivosti invadovaných kultur, lesních typů, společenstev a biotopů a návrzích více či méně jednoduchých praktických opatření sumarizovaných do podoby metodik. Pravidla v případě významných patogenů mohou být např. implementována ve zjednodušené formě do rámcových hospodářských směrnic obdobně, jak je to v ČR např. již u druhu *Hymenoscyphus fraxineus*. V případě nelesní vegetace nebo naopak více přírodních porostů a biotopů, chráněných území a podobně mohou být tato pravidla poněkud důkladnější, musí však vzhledem k širšímu záběru pokrývat více parametrů a možných opatření použitelných v různých systémech od plně kulturních (městská zeleň) až po plně přírodní.

Bohužel, musíme uzavřít konstatováním, že zdomácnělé nepůvodní patogeny se podobně jako jiné invazní druhy stávají jednou z významných složek našeho přírodního prostředí, která bude trvale formovat stav a směřování našich lesních porostů a společenstev. Vypracovaná metodika (a Atlas) je pak prvním systematickým počinem, který se znalostí o diverzitě, impaktu a možných řešeních situací souvisejících s invazemi nepůvodních patogenů, v oblasti životního prostředí pokouší posunout vpřed.

2. Cíl metodiky

Současný trend nárůstu počtu nových invazí v ČR bude bohužel z mnoha důvodů pokračovat, a pronikání stále většího množství invazních patogenů do lesního a přírodního prostředí obecně se bude stávat stále zřejmější a nápadnější realitou, se kterou se nebude potýkat jen lesní hospodářství jako dosud, ale i ochrana přírody. A zejména pracovníkům ochrany přírody je určena tato metodika.

Cílem metodiky je ze širokého spektra invazních patogenů dřevin vybrat reprezentativní skupinu druhů se značným invazním potenciálem a schopností poškodit významné biotopy NATURA 2000 a přiblížit tuto skupinu nebezpečných invazních organismů pracovníkům ochrany přírody. Metodika je zejména zaměřena na biotopy lesní, je ale zpracována pro všechny biotopy obsahující dřeviny, tzn. vztahuje se i k vybraným biotopům křovin, rašelinišť, alpského bezlesí a dalším. Účelem metodiky je přenést zkušenost s invazními patogeny dřevin do oblasti životního prostředí, jejíž pracovníci se budou nakonec setkávat a potýkat se s důsledky invazí těchto organismů do přírodního (lesního) prostředí pravděpodobně nejvíce.

Hlavními cíli metodiky jsou zejména:

Vypracovat metodiku identifikace těchto patogenů v terénu na základě projevů chorob (a tedy nejlépe bez nutnosti laboratorního vyšetření).

Popsat význam invazních patogenů dřevin v oblasti životního prostředí. Součástí metodiky je i ekologická charakteristika těchto organismů a základy epidemiologie chorob pro porozumění mechanismům jejich fungování v invadovaných ekosystémech. Procesy v nich probíhající a jejich důsledky jsou rovněž v krátkosti přiblíženy. Zároveň jsou součástí metodiky přehledy nejvíce citlivých hostitelů a biotopů, ale i konkrétní příklady maloplošných či velkoplošných chráněných území a oblastí, které se s konkrétními invazemi nejvíce potýkají či pravděpodobně budou potýkat.

Hlavním cílem metodiky je vypracovat soubor preventivních, mitigačních i adaptačních opatření v co největší šíři (zeleň mimo les, památné stromy, hospodářské porosty, lesy zvláštního určení a chráněná území) tak, aby mohla být co nejlépe využívána pracovníky působícími v resortu životního prostředí a v přilehlých oblastech.

3. Vlastní popis metodiky

Vznik metodiky byl motivován výsledky dvou dekád studia invazních patogenů dřevin, výzkumu jejich diverzity, mechanismů šíření, impaktu v nejrůznějších typech prostředí a výzkumu možností jejich eliminace. Bohužel je nutno konstatovat, že v dřívější většině regulační mechanismy, které máme k dispozici a které by měly bránit pronikání invazních patogenů dřevin do přírodního prostředí, využíváme jen nedokonale anebo do větší či menší míry selhávají. Čím dál častěji tedy zjišťujeme, že se v našem přírodním prostředí etabloují druhy, které jen před několika lety či desítkami let nebyly z našeho území či dokonce z Evropy vůbec známy a proces jejich zdomácnění (i díky jejich nenápadnosti – jedná se o mikroskopické organismy) probíhá extrémně rychle.

V České republice byly identifikovány stovky nepůvodních patogenů rostlin, z toho v lesním prostředí se může vyskytnout více než stovka těchto druhů a způsobit poškození hostitelů i biotopů. Praktické zpracování takového spektra patogenů by nebylo možné a ani snad žádoucí, proto byla zvolena cesta výběru relativně úzkého počtu druhů, které však zahrnují a) všechny významné dlouhodobě naturalizované nebezpečné druhy či alespoň zástupce jejich jednotlivých ekologických (či taxonomických) skupin, b) zástupce nově invadujících či naturalizovaných méně známých, avšak rovněž nebezpečných druhů, c) druhy méně známé s relativně slabším impaktem, které však zasahují biotopy dosud považované za prosté invazí a za d) zástupce nejrůznějších ekologických skupin patogenů pronikajících nejrůznějšími způsoby do zcela odlišných biotopů od lužních lesů až po alpskou vegetaci. Takto je tedy průřezově pokryto nejširší možné spektrum těchto organismů, které bude moci být využito snad do jisté míry i v případě posouzení invazí organismů jiných, avšak dostatečně blízkých některému ze zařazených druhů tak, aby bylo možno si udělat alespoň rámcovou představu o jeho potenciálu a možných škodách.

Metodika zahrnuje výběr následujících druhů:

Colletotrichum salicis
Cryptostroma corticale
Dothistroma septosporum (+ *Lecanosticta acicola*)
Eutypella parasitica
Hymenoscyphus fraxineus
Melampsorium hiratsukanum
Ophiostoma novo-ulmi
Phytophthora alni
Phytophthora cinnamomi
Phytophthora plurivora (+ další zdomácnělé „půdní“ druhy rodu)
Phytophthora ramorum

Metodika obsahuje značné množství informací a vznikla s využitím celého souboru činností, od důkladné práce s literaturou, přes vlastní dlouholetá sledování, laboratorní práce zahrnující izolace a determinace i pokusy s desítkami druhů nepůvodních organismů, až po práce statistické a geostatistické, s jejichž pomocí bylo možno sestavit expertní modely vhodnosti prostředí, citlivosti vegetace i sumární modely potenciálního ohrožení biotopů soustavy NATURA 2000. Metodika je snad tedy ve výsledku značně univerzální a vhodná k širšímu použití. Pro každý ze zmíněných druhů je vypracována jedna kapitola obsahující informace k následujícím oblastem:

- popis druhu
- popis choroby a typických symptomů
- popis ekologie druhu a epidemiologie choroby
- původ a rozšíření (původ, zavlečení do ČR, stav invaze a popis recentního rozšíření)
- význam (specifikace vlivu, citliví hostitelé a biotopy, příklady CHÚ, které se s invazí potýkají)
- možnosti ochrany (městská zeleň a výsadby mimo les, lesní prostředí, biotopy a CHÚ)
- obrazová tabule s typickými symptomy poškození a dopady na vegetaci

Metodika je doprovázena „Atlasem potenciální distribuce invazních patogenů dřevin a jejich impaktu“. Jedná se o dvě navzájem se úzce doplňující, avšak samonosná díla s poněkud odlišnými možnostmi použití. Metodiku je např. dobře možno používat při identifikaci a řešení konkrétních praktických problémů v terénu, naopak Atlas je vhodné používat v širším hodnocení invazí (jak jednotlivých druhů, tak i celku), plánování, řízení rizik atp. Soubor prací představuje i v evropském prostoru unikátní výstup použitelný v nejrůznějších oblastech od nejvyšších úrovní státní správy až po praktické použití lesníky, dendrology i arboristy. Výsledek zaplňuje významnou mezeru v oblasti identifikace a managementu invazních patogenů dřevin v oblasti životního prostředí

3.1. *Colletotrichum salicis*

České jméno: hladkoplodka vrbová

Platné vědecké jméno: *Colletotrichum salicis*
(Auersw. ex Fuckel) Damm, P. F. Cannon & Crous

Vybraná synonyma:

Glomerella lycopersici F. Krüger
Glomerella miyabeana (Fukushi) Arx
Glomerella salicis (Fuckel) L. Holm
Physalospora miyabeana Fukushi
Sphaeria salicis Fuckel (basionym)

Zařazení: Fungi: Sordariomycetes: *incertae sedis*

Popis druhu

Homothalická mikroskopická houba v kultuře vytvářející vlnaté či plstnaté bělavé, narůžovělé až šedavé kolonie, mycelium je přehrádkované, obvykle hyalinní a šedavé, rychlost růstu cca 20 mm/7 dní. Vytváří nepohlavní i pohlavní rozmnožovací orgány, v ČR převažuje nepohlavní rozmnožování a šíření. Plodnice jsou kulovité, hnědavé cca 0,2 mm v průměru, vřeka válcovitá cca 70×10 μm, askospory vejcovité až válcovité cca 14×5 μm. Konidiofory jednoduché až přehrádkované a krátce větvené, konidiogenní buňky (fialidy) válcovité až lahvicovité, konidie hladké, hyalinní, jednobuněčné, válcovité s okrouhlými konci cca 13×4 μm, často jsou za vlhka vytlačovány z černavých acervulů v narůžovělých pentlicích pozorovatelných okem. Apresoria hnědá, jednoduchá, kyjovitá cca 12×7 μm.

Choroba a typické symptomy

H. vrbová se nejprve projevuje jako hemibiotrof (s velmi krátkou biotrofní fází a posléze delší fází nekrotrofní). H. vrbová se snadno šíří vzduchem při dopadu kapek. Patogen způsobuje antraknózu listů, intenzivně se rozšiřující černě zbarvené nekrózy výhonů a větví, které po obkroužení usychají. Odumřelé tenké výhony jsou typicky zkroucené či ohnuté a visící. U silně napadených stromů a keřů dochází ke značné defoliaci a posléze k prosychání a tvorbě sekundárního obrostu. Často jsou postiženy více dolní části korun. Napadení má často chronický ráz, dlouhodobě napadené stromy a keře krní. Silně napadení jedinci postupně odumírají. Je možná záměna za choroby způsobované dalšími patogeny způsobujícími skvrnitosti listů a usychání výhonů (např. *Venturia saliciperda* a *Cryptodiaporthe salicella*).

Ekologie a epidemiologie choroby

Biologie patogenu není dostatečně známa. Patogen často v napadených pletivech přezimuje pravděpodobně ve formě mycelia. K rozvoji onemocnění dochází brzo na jaře, intenzivní rozvoj poškození lze očekávat v druhé polovině jara za nízkých teplot a vlhkého počasí. Rozvoj choroby může rovněž souviset s pomalejším vyžíváním pletiv výhonů za méně příznivých podmínek prostředí. Rozmnožovací orgány nejčastěji nepohlavního stádia (acervuly vytlačující za vlhkého počasí narůžovělou masu spor) se vytvářejí na odumřelých pletivech od konce jara, pohlavní stádium se častěji objevuje na podzim. Choroba je typicky polycyklická, za vhodného vývoje počasí se choroba v korunách napadených jedinců a v porostech intenzivně šíří. Napadení může mít často chronický ráz s tím, že se projevuje více ve vlnách spjatých s vývojem počasí (teplota

a vlhkost) nebo v mrazových polohách atp. Patogen je dosti teplomilný (optimum růstu mycelia, klíčení nepohlavních spor a tvorba apresorií kolem 25 °C). Patogen se spontánně šíří vzduchem při rozstříkávání kapek za vlhkého větrného počasí. Na dlouhé vzdálenosti se šíří kontaminovanými rostlinami (zejména okrasná výsadba *S. matsudana* 'Tortuosa', lze ale předpokládat i šíření při likvidaci a odvozu napadeného materiálu). Eradikace patogenu ze zamořených lokalit a porostů je obtížná, vhodnou péstební péčí je možné impakt choroby omezit v závislosti na typu stanoviště.

Původ a rozšíření

Původ: kryptogenní. Výskyt doložen v Severní Americe, východní Asii, Austrálii, Novém Zélandu a Evropě. Původní areál a způsob a datum zavlečení neznámý. V Evropě se zvyšuje četnost nálezů (západní, severní a střední Evropa) a jsou dokládány lokální, ale poměrně významné škody (porosty vrb, plantáže rychlerostoucích dřevin).

Zavlečení do ČR: první doložený výskyt 2002, Vysočina, břehový porost vodní nádrže, vrba křehká, způsob zavlečení neznámý, pravděpodobně byl zavlečen podstatně dříve spolu s okrasným materiálem.

Status v ČR: zdomácnělý ve fázi šíření, dnes je pravděpodobně běžně zavlekán s okrasným materiálem vrby Matsudovy (*Salix matsudana* 'Tortuosa') ze zahradnických provozů do venkovské krajiny. Spontánní šíření primárně sporami vzduchem, dále kontaminovaným rostlinným materiálem.

Rozšíření v ČR: lokální až běžný, výskyt nedostatečně znám, vyskytuje se pravděpodobně na celém území (doložen v Karlovarském, Ústeckém, Libereckém kraji, v Praze, na Vysočině, v Jihočeském a v Jihomoravském kraji). Potvrzen v kulturních biotopech (okrasné výsadby, plantáže rychlerostoucích dřevin), výsadbách ve volné krajině, břehových porostech a vrbových křovinách.

Význam v ČR: na vhodných stanovištích významný. Způsobuje usychání výhonů a větví, prosychání a případně i odumření napadených jedinců i částí porostů v podmínkách prostředí favorizujících patogen (mrazové polohy, chladná vlhká jara). V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření s periodickými výkyvy rozvoje a významu onemocnění v závislosti na vývoji podmínek prostředí. Pravděpodobně největší škody lze čekat v břehových porostech v kombinaci s impaktem dalších invazních patogenů (*P. alni*, *H. fraxineus*). Významně může poškodit výsadby ve volné krajině a z ČR je rovněž doloženo poškození biotopů K2.1 a K1 (např. Tepelská vrchovina). Značně mohou být poškozeny výsadby okrasných vrb a plantáže rychlerostoucích dřevin.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je pravděpodobně polyfág, převažující výskyt na vrbách, spektrum hostitelů nedokonale známo, opakovaně je dokládán výskyt na různých dřevinách (ovocných, lesních, okrasných), bylinách, zelenině apod.; v ČR doložen pouze na vrbách, na kterých zároveň způsobuje nejvýznamnější škody.

Potvrzení hostitelů v ČR: v kulturních biotopech na *Salix matsudana* 'Tortuosa'. Ve volné krajině na *Salix aurita*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. euxina*, *S. purpurea* a *S. viminalis*, mimo území ČR doložen rovněž na *S. alba*, *S. myrsinifolia*, *S. pentandra* a *S. triandra*. *S. pentandra* a *S. purpurea* a některé další jsou někdy nahlíženy jako poměrně odolné druhy. Hostitelské spektrum v ČR je pravděpodobně mnohem širší a zahrnuje pravděpodobně i hostitele z výrazně odlišných taxonomických skupin.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny taxony vrb v ČR mohou být pravděpodobně citlivé, největší škody doloženy na *Salix euxina*. Všechny biotopy s vrbami jsou do jisté míry citlivé. Může se vyskytovat i v biotopech dalších na jiných dřevinách (např. *Acer*, *Populus*), škody však budou pravděpodobně velmi omezené.

Velmi citliví původní hostitelé: *Salix euxina*, pravděpodobně i další druhy rodu.

Velmi citlivé lesní biotopy: L2.4 (klimatické podmínky ovšem nebudou pravděpodobně příliš patogen favorizovat).

Velmi citlivé nelesní biotopy: K2.1 a K2.2, pravděpodobně i K1.

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: Prozatím se objevuje spíše sporadicky, lokální škody zjištěny v CHKO Slavkovský les a CHKO Lužické hory, v budoucnu lze očekávat škody ve vyšších polohách v okrajových pohořích a na Vysočině, např. CHKO a NP Šumava, CHKO Český les, Třeboňsko, Žďárské vrchy apod. a MZCHÚ v inverzních vlhkých polohách s významnými porosty K2.

Možnosti ochrany

Klíčová jsou preventivní opatření, kdy je nutno předcházet zavlečení patogenu na stanoviště, pravděpodobně je nejvíce riziková okrasná výsadba ve venkovské krajině (v intravilánu a okolí obcí navazující na výskyt citlivých výsadeb a biotopů). Situace v ČR rovněž ukazuje na to, že nejcitlivější jsou výsadby a porosty ve střední a vyšší nadmořské výšce (cca 500–800 m n. m.) ve srážkově bohatých oblastech a v inverzních polohách, typicky např. v sudetských pohořích nebo v Tepelské vrchovině.

Výsadby mimo les. Předcházet zavlečení a rozvoji onemocnění v okrasných výsadbách ve venkovské krajině. Omezovat rozsah výsadeb citlivých taxonů (*S. matsudana*) v okrasných výsadbách v citlivých polohách a oblastech, dřeviny vysazovat na místa s podmínkami co nejméně vyhovujícími rozvoji patogenu. Sledovat stav výsadeb, provádět vhodnou péči: zdravotní a redukční řez (vyvětvění), ošetření přípravky (Registr přípravků, vhodné jsou systemické přípravky na bázi azoxystrobinu či tebukonazolu aplikované postřikem opakovaně od poloviny jara do počátku léta, vhodné např. v okrasných výsadbách či plantážích rychlerostoucích dřevin), snížení vzdušné vlhkosti v okolí (zvýšení pro-

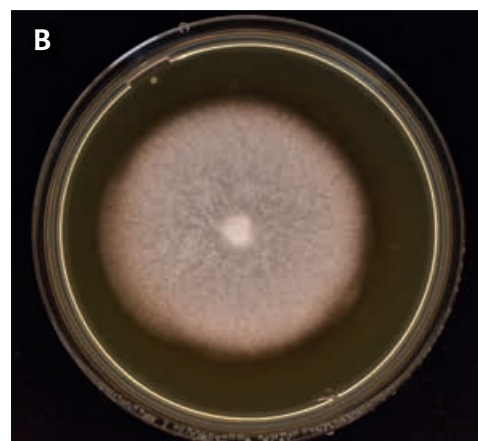
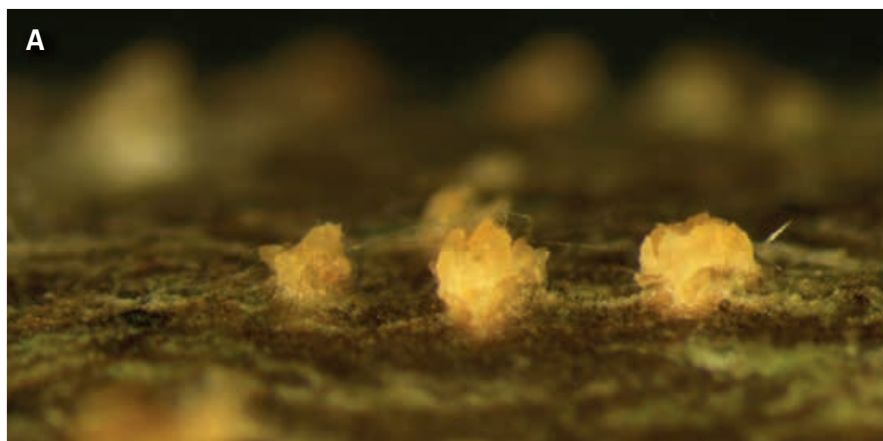
vívání a odparu). Likvidace více napadených dřevin, v případě rozvoje poškození nedosazovat vrby citlivých taxonů včetně *S. euxina*. V břehových porostech snížit podíl *S. euxina*, případně dalších citlivých taxonů jako *S. aurita*, snížit konkurenci (zástin) v porostu, využívat *S. euxina* ve větším sponu, na více osvětlených a províváných místech. Místo citlivých taxonů využívat více tolerantní (dle situace na místě, ale pravděpodobně např. *S. purpurea*, *S. viminalis*, případně další).

Přírodní biotopy. Vzhledem k již značnému rozšíření je plošné preventivní bránění šíření pravděpodobně bezpředmětné. V případě potvrzení výskytu v prostředí citlivých biotopů (K1 a K2 v polohách a oblastech favorizujících rozvoj patogenu) jsou opatření obtížná. Vhodné je postupné (často i spontánní) snížení pokryvnosti citlivých hostitelů v nejvíce exponovaných pasážích porostů a náhrada jinými méně citlivými taxony vrb či jiných druhů. V biotopu L2.4 nebyly významné škody zjištěny, ani se na základě současných znalostí nepředpokládají.

ZCHÚ. Postupný rozvoj poškození lze čekat zejména v CHÚ v okrajových partiích ČR a v inverzních zahloubených polohách podél toků. V první řadě lze očekávat zejména vyšší poškození *S. euxina* na horní hranici niky druhu, které může vyústit až v destrukci porostů s dominancí tohoto druhu.

Poznámka: synonymika druhu je poměrně komplikovaná, druh byl několikrát násobně popsán pod různými jmény. Symptomy je možné zaměnit za projevy chorob způsobených i jinými patogeny.

Colletotrichum salicis. A: plodnice nepohlavního stádia uvolňující masu oranžových spor (silně zvětšeno), B: kolonie na agarovém médiu, C: výhony odumírajícího jedince *S. matsudana*, D: léze na výhonech *S. euxina*, E: defoliace v břehovém porostu *S. euxina*, F: první známky poškození biotopu K1





3. 2. *Cryptostroma corticale*

České jméno nemá.

Platné vědecké jméno: *Cryptostroma corticale*
(Ellis & Everh.) P.H. Greg. & S. Waller (1952)

Vybraná synonyma:

Coniosporium corticale Ellis & Everh. (1889)

Zařazení: Fungi: Sordariomycetes: Xylariales

Popis druhu

Druh *Cryptostroma corticale* je typický tvorbou rozlitých rozsáhlých (až několik desítek dm²) černých stromat, která jsou zprvu uložena pod kůrou hostitele. Stromata mají dvě vrstvy (bazální a vrchní), mezi kterými je rozsáhlá dutina s opěrnými stromatickými můstky, které propojují bazální a svrchní část stromatu. Na bazálním stromatu vyrůstá vrstva krátkých konidioforů s krátkými konidiogenními buňkami. Konidie jsou pigmentované, oválné cca 4–6, 5×3, 5–4 μm a v černé mase vyplňují centrální dutinu. Za zralosti svrchní stěna stromatu praská, odlupuje se a odhaluje sazovitou masu spor, které se snadno šíří vzduchem. Kolonie patogenu mají bohaté vzdušné svazčité mycelium a jsou šedavé až olivově hnědavé. *C. corticale* je výrazně teplomilný organismus s minimem růstu při 5 °C, optimem mezi 25–30 °C a maximem nad 35 °C, při optimální teplotě je rychlost růstu mycelia 7 mm/den.

Choroba a typické symptomy

Patogen větší část životního cyklu přežívá jako endofyt uvnitř dřevní části infikovaných dřevin (na řezu těmito kmeny je přítomno velmi charakteristické červenavé až hnědavé zbarvení často stelátního či nepravidelného tvaru ohraničené olivovou linií – aktivní zónou, kde hostitel ukládá sekundární metabolity jako obrannou reakci na postup houby; symptom ovšem nemusí být specifický). Patogen při stresu přechází k parazitismu a nekrotrofii, proniká do běle a k povrchu kmene, obsazuje živá pletiva a způsobuje odumření částí rostlin nad poškozením vodivých pletiv. Sazná nemoc kůry dostala název podle nejvýraznějšího vnějšího symptomu onemocnění, kterým jsou rozsáhlá stromata vznikající pod kůrou, produkující masu tmavých spor, jež při dotyku ulpívají na prstech podobně jako saze. Stromata se vytvářejí v pokročilé fázi onemocnění, kdy se houba rozšíří z jádrového dřeva až k periferii kmene. V konečné fázi se mohou stromata nacházet na velké části povrchu větví i kmene. Po dozrání stromatu se odlupují vnější vrstvy kůry stromu spolu se stěnou stromatu, čímž se odhalí sazovitá masa konidií. Choroba má po rozvinutí většinou velmi rychlý průběh, napadené dřeviny odumírají nejčastěji během několika málo let.

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen se šíří spontánně sporami vzduchem, na šíření konidií se může rovněž podílet hmyz, ptáci a veverka. Šíření probíhá i na dlouhé vzdálenosti, k infekci dochází pravděpodobně nejčastěji v korunách stromů. Kolonizována jsou odhalená pletiva hostitele (místa s mechanickým poškozením krycích pletiv, praskliny v kůře atp.). Z kolonizovaných míst houba proniká do dřevní části kmene, kterou se dále šíří a ve které může velmi pravděpodobně po dlouhou dobu asymptomaticky

přežívat. Faktory, které spouští změnu chování houby a její přechod k parazitickému způsobu života nejsou zcela známy. Z opakovaných sledování a experimentů vyplývá, že hlavním spouštěčem choroby je environmentální stres, zejména vlny letních veder v kombinaci s nízkými srážkami. Choroba se nejčastěji objevuje v oblastech s vyšším environmentálním stresem a znečištěním (městské výsadby), na vyvýšených lokalitách s nižší dostupností vody (vrcholky, hrany kopců, svahy), může se objevit po záplavách anebo po souběžné infekci václavkami (lužní polohy). Velký význam v současném rozvoji má zjevně klimatická změna a narůstající vodní stres.

Původ a rozšíření

Původ: severoamerický druh vyskytující se běžně v listnatých lesích s dominancí javoru v severovýchodní části USA v oblasti Velkých jezer, kde se vyskytuje jako endofyt zejména na *A. saccharum*. V Evropě poprvé zjištěn v r. 1945 v Anglii v Londýně na *A. pseudoplatanus*. Později byl patogen zjištěn ve Francii a Itálii a v posledních cca 15 letech ve Švýcarsku, Rakousku, Německu, Nizozemí a Bulharsku.

Zavlečení do ČR: V ČR poprvé zjištěn v r. 2005 v Královské oboře v Praze na odumřelých jedincích *A. pseudoplatanus*.

Status v ČR: zdomácnělý ve fázi šíření, spontánně se šíří vzduchem v lesních porostech a výsadbách mimo les. Škody prozatím významnější v městské zeleni.

Rozšíření v ČR: Běžný, v Praze hojný. Výskyt doložen v městské zeleni v Praze (2005) a Brně, v lesních porostech v Jihomoravském kraji (2014, Hodonínsko), později ve středních Čechách opakovaně na různých místech v okrese Praha-západ, dále Příbram a na Mělnicku, v Ústeckém kraji na Teplicku a Litoměřicku a na několika lokalitách v Olomouckém kraji (okres Olomouc). Výskyt zjištěn v termofytiku a mezofytiku zejména v oblastech s vyššími teplotami a nižšími srážkami v biotopech L2.3, L3.1 a L5. 1. Velmi pravděpodobně se vyskytuje na velké části území ČR a dosud uniká pozornosti.

Význam v ČR: významný. Způsobuje poškození a odumírání citlivých hostitelů a jejich porostů. V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření a postupný úbytek citlivých dřevin (zejména *A. pseudoplatanus*). Vzhledem k rozšíření a skrytému způsobu života je v lesních porostech eradikace prakticky vyloučena. V současnosti představuje největší riziko ve stresovaných výsadbách, na vysychavých půdách, impakt velmi pravděpodobně souvisí s klimatickou změnou.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág javorů. Nejvíce citlivý je *A. pseudoplatanus*, *A. platanooides* je poškozován méně. Napadení *A. campestre* není spolehlivě doloženo.

Potvrzení hostitelé v ČR: Lesní dřeviny: *Acer platanooides*, *A. pseudoplatanus*.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Citlivé jsou druhy *Acer platanooides* a zejména *A. pseudoplatanus* a porosty a biotopy s jejich vyšším zastoupením. Největší riziko škod vzhledem k ekologii patogenu hrozí v termofytiku a teplých oblastech mezofytika v oblastech s (občasnou) nízkou dostupností vody a nízkým úhrnem srážek. Významný je vliv stresu (reliéf, expozice, půdní podmínky) na konkrétním stanovišti.

Velmi citliví původní hostitelé: *Acer pseudoplatanus*.

Velmi citlivé lesní biotopy: L5.2 (klimaticky ovšem pro patogen méně vhodný), nejvíce ohroženy invází jsou v současné době biotopy L3, L4 a L5. 1.

Příklady zvláště chráněných území (ZCHÚ) s možným budoucím významným výskytem patogenu: na základě predikce lze kvalifikovaně odhadnout, že větší impakt může být očekáván v biotopech L3, L4

a L5.1 v termofytiku a mezofytiku, zejména na sedimentech a dalších propustných horninách (např. CHKO Český kras, Křivoklátsko, České středohoří, Kokořínsko a Máchův kraj, Moravský kras, NP Podyjí, CHKO Bílé Karpaty).

Ochrana

Zásadní problém představuje biologie *C. corticale*. V důsledku značné časové prodlevy mezi infekcí a rozvojem choroby je významně ztížena včasná identifikace problému.

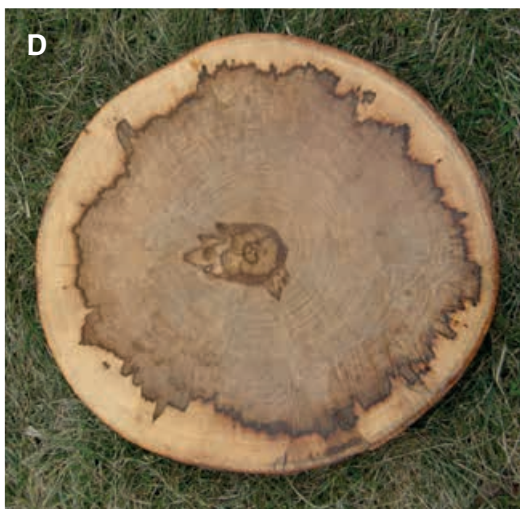
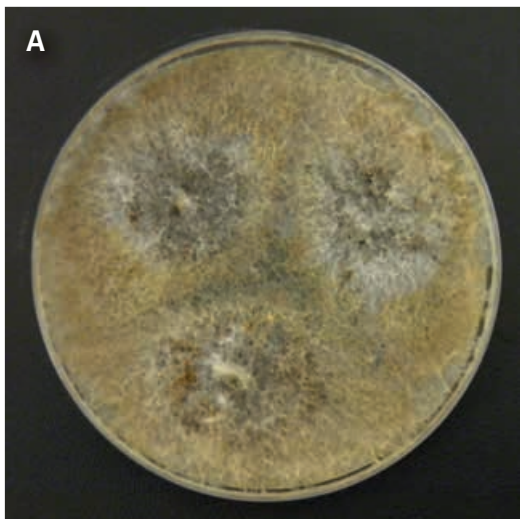
Městská zeleň a dřeviny mimo les. Včasná identifikace a odstranění napadených či odumírajících dřevin včetně vyfrézování pařezů a zamezení šíření choroby. Při pracích aplikovat vhodná sanitární a hygienická opatření (průběžná dezinfekce pracovních nástrojů, použití ochranných oděvů případně masky). Odstraněný infekční materiál (části kmenů se stromaty) zlikvidovat přímo na lokalitě (spálit) nebo bezpečně odvézt (dezinfekce, zakrytí materiálu) a co nejdříve zlikvidovat na bezpečném místě. Riziko šíření hrozí např. při rozsáhlejších pracích v alejích a parcích (zdravotní a bezpečnostní řez) s výskytem kolonizovaných jedinců bez projevů choroby (šíření s nedezinfikovanými pracovními nástroji) a zejména při transportu infekčního materiálu (částí kmenů a větví s přítomnými stromaty) do míst likvidace. Trvalé vyloučení dosadeb citlivých druhů javorů (zejména *A. pseudoplatanus*) a jejich náhrada odolnějšími taxony (*A. campestre*) v lokalitách s výskytem choroby a obecně na stanovištích s vysokým environmentálním stresem. Možná je okrasná výsadba severoamerických tolerantních taxonů.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Management v lesním prostředí je velmi obtížný vzhledem k biologii patogenu a k jeho pravděpodobně značnému rozšíření v ČR. Obecně lze předpokládat rychlé šíření patogenu, náhlé outbreaky choroby v nejrůznějších oblastech ČR a postupný úbytek *A. pseudoplatanus* v oblastech a polohách nejvíce příznivých pro rozvoj choroby. Nejvíce ohrožená budou stanoviště na vysychavých půdách a v oblastech s omezenou dostupností srážek v termofytiku a mezofytiku. Velkou roli bude hrát expozice, tvar reliéfu, relativní nadmožská výška lokality a půdní vlastnosti.

Práce v porostech a likvidaci infekčního materiálu provádět nejlépe v obdobích minimální aktivity patogenu (konec podzimu až počátek jara). Napadené dřeviny (části kmenů s lézemi s fruktifikujícím patogenem) bezpečně odstraňovat z porostů a likvidovat. Při a po práci dodržovat sanitární a hygienická opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce pracovní techniky a nástrojů apod., používání ochranných pomůcek, případně respirátorů či masek v případě masivní sporulace patogenu. Infekční materiál je možno na místě pálit, případně bezpečně transportovat (možná povrchová dezinfekce, zakrytí plachtou) a bezprostředně likvidovat (pálit) na bezpečném místě. Transport částí kmenů se sporulujícím patogenem a jejich uložení na skládkách představuje významné riziko pro okolní porosty a může při něm snadno dojít k jejímu šíření. Mrtvé stromy nepředstavují po skončení sporulace pro okolí pravděpodobně další významné riziko a mohou zůstat na stanovišti. V porostech s výskytem patogenu omezit či zcela eliminovat umělou obnovu *A. pseudoplatanus* a omezit na minimum obnovu přirozenou. Taxon nahradit odolnými druhy dřevin. Lze případně zvýšit podíl méně citlivých druhů *A. platanoides* a *A. campestre*. Vhodná je periodická kontrola (vždy po několika letech) a odstraňování chřadnoucích jedinců (chřadnutí, usychání, odlupování kůry) v ohniscích choroby – optimální je odstraňovat stromy ještě před tvorbou stromat a začátkem sporulace, dokud nepředstavují pro okolí riziko.

ZCHÚ. Na stanovištích s vyšším podílem citlivých dřevin a prostředím vhodným pro rozvoj choroby lze očekávat významné až plošné poškození stromového patra v případě vyššího zastoupení zejména *A. pseudoplatanus*. Prevence šíření je neúčinná. Dlouhodobým adekvátním opatřením je zejména omezení obnovy *A. pseudoplatanus* v citlivých polohách a dlouhodobé snížení jeho podílu, možná náhrada *A. campestre*.

Poznámka: Jedná se o málo známý organismus s dlouhodobě podceňovaným dopadem. Všeobecně lze očekávat pokles početnosti populace *A. pseudoplatanus* na stanovištích vhodných pro patogen, klíčová je prevence a průběžné snižování podílu taxonu v citlivých porostech. Je známou příčinou pneumonie dělníků na pilách (alergenní spory). Na stanovištích se spolu s tímto druhem může vyskytovat původní patogen javorů *Prostheciium pyriforme* způsobující nekrózu kůry, který může stresované výsadby rovněž výrazně poškodit. Podobnou biologii a dopad na porosty buku má v ČR původní káčovka penízkovitá (*Biscogniauxia nummularia*) poškozující biotopy L5 v důsledku klimatické změny (např. CHKO Kokořínsko a Máchův kraj, CHKO Český kras, CHKO Křivoklátsko).



Cryptostroma corticale. A: kolonie na agarovém médiu, B: řez kolonizovaným kmenem *A. pseudoplatanus*, C: čerstvě odhalená stromata na kmeni s masou černých spor, D: odlupující se kůra mrtvého stromu se zbytky stromat, E: odumírající výsadba



3.3. *Dothistroma septosporum*

České jméno: červená sypavka borovice

Platné vědecké jméno: *Dothistroma septosporum*
(Dorogin) Morelet (1968)

Vybraná synonymika:

Mycosphaerella pini (A. Funk et A.K. Parker) Arx 1983

Mycosphaerella pini Rostr. Ex Munk (1957)

Scirrhia pini A. Funk et A.K. Parker 1966

Zařazení: Fungi: Dothideomycetes: Capnodiales

Další příbuzné taxony:

Dothistroma pini Hulbary (1941)

Lecanosticta acicola (Thüm) Syd. 1924 (hnědá sypavka borovice)
(=*Mycosphaerella dearnessii* M.E. Barr 1996)

Popis druhu

Druh *Dothistroma septosporum* je celosvětově jedním z nejvýznamnějších patogenů borovic způsobující červenou sypavku borovic. Známá je asi desítky synonym druhu, přičemž k nejasnostem napomohla též záměna s druhým známým původcem choroby *Dothistroma pini*. K rozlišení obou patogenů v r. 2004 přispěl až rozvoj molekulárně biologických metod. Z geografického pohledu je významnější celosvětově rozšířená *D. septosporum* oproti v Evropě minoritně zastoupené *D. pini* a obdobný trend má i srovnání velikosti hostitelských nik obou druhů. Dalším patogenem z tohoto okruhu je *Lecanosticta acicola*, způsobující hnědou sypavku borovic, význam a rozšíření je poněkud menší než druhu prvního, pro identický dopad a velmi podobnou ekologii a epidemiologii budou všechny taxony pojednány spolu s tím, že dva hlavní druhy budou, kde třeba, zmiňovány zvlášť.

D. septosporum vytváří subepidermální zprvu bělavé a postupně tmavnoucí plodnice nepohlavního stádia, které jsou protáhlého tvaru a poměrně velké (cca 300–1300 µm) a otevírají se šterbinou. Nepohlavní spory se tvoří na bezbarvých konidioforech o délce cca 20–40 µm, jsou bezbarvé, tenkostěnné, hladké, kyjovité až vláknité o rozměrech 15–35×2–3 µm, přímé až ohnuté s jednou až pěti přehrádkami a za vlhka jsou vytlačovány v bělavých až naružovělých masách. Patogen je heterotalický, pohlavní stádium v ČR není známo. *L. acicola* se liší primárně sporami, které jsou bezbarvé až hnědavé, tlustostěnné s ornamentovanou stěnou a poněkud větších rozměrů. Pohlavní stádium je saprotrofní a vyvíjí se na odumřelých jehlicích. Kolonie patogenu jsou nepravidelné, laločnaté a vrásčité, zbarvení je velmi variabilní od šedého přes černé, hnědé až po oranžové a růžové. Mycelium roste v rozsahu teplot 3–29 °C s optimem při 20 °C, patogen je poměrně psychrotolerantní.

Choroba a typické symptomy

D. septosporum je nekrotrofní patogen značně závislý na faktorech prostředí, zejména jeho vlhkosti. Velmi charakteristicky jsou poškozovány starší ročníky jehlic a spodní části korun, případně zmlazení. V místě infekce se vytváří žlutavá léze s červenavými tečkami v okolí průniku patogenu do pletiva jehlice, která se rychle rozšiřuje. Jakmile dojde k obkroužení jehlice, část nad poškozením rychle zaschne. Napadené jehlice mají typicky uschlé špičky oddělené hnědavým pruhem nekrotizovaného pletiva a dosud zdravou zelenou spodní část. Nekrotizované části jsou

často obklopeny červenavými proužky, jejich zbarvení je způsobeno vyšší koncentrací toxinu dothistrominu. V nekrotizované části se později vyvíjejí černavé plodnice, které po dozrání prorhnou epidermis. Značně napadené jehlice mohou předčasně opadnout, méně napadené vytrvávají na stromě. Při silném napadení přežívají pouze jednoleté jehlice.

L. acicola způsobuje tzv. hnědou sypavku borovic – iniciální léze jsou v tomto případě hnědé, jasně ohraničené žlutým halo, na mrtvých jehlicích pak chybí červenavé pásy s obsahem dothistrominu.

Ekologie a epidemiologie choroby

Houba způsobuje červenou sypavku borovic – patogen se šíří zejména na jaře a počátkem léta (někdy i v létě či koncem léta za vhodného vlhkého a teplého počasí) sporami z dozrávajících plodnic založených loňského roku. Konidie nejčastěji po ulpění na povrchu jehlice klíčí hyfami, které pronikají přes průduchy dovnitř a za uvolňování dothistrominu kolonizují hostitele. Druhým způsobem je penetrace přímo přes kutikulu. Optimální teplotní podmínky pro infekci byly experimentálně stanoveny v širokém rozmezí 7–28 °C, pro tvorbu spor musí průměrné denní teploty dosáhnout 10 °C, pro jejich klíčení je optimum kolem 18–20 °C. Konidie mohou přežívat v životaschopném stavu až půl roku. Plodnice se v nekrotizovaných vytvářejí jeden až čtyři měsíce po infekci, dozrávají na jaře dalšího roku. Vzdušná vlhkost napomáhá šíření nákazy, konidie mohou být přenášeny mlhou a nízkou oblačností i na relativně dlouhé vzdálenosti. Na velké vzdálenosti je patogen zavlékán spolu s rostlinným materiálem a semeny. Zásadním faktorem prostředí pro šíření patogenu je vzdušná vlhkost, epidemický rozvoj choroby se objevuje v obdobích dlouhých vytrvalých deštových srážek a teplejšího počasí. Dalšími klíčovými faktory jsou silný infekční tlak okolí, hustá výsadba, nadměrná závlaha, podmáčené stanoviště, severní orientace plochy apod. Více jsou obvykle napadeny mladé stromy či spodní části korun a starší ročníky jehlic, napadení citlivých hostitelů končí výraznou defoliací a případně odumřením. Choroba je obvykle unicyklická (cyklus trvá jeden rok, v nepříznivých podmínkách až roky dva), během roku ovšem může v závislosti na počasí proběhnout několik vln infekce.

Původ a rozšíření

Původ: Původní areál druhů pravděpodobně v horských oblastech střední či Jižní Ameriky. Druh *D. septosporum* je rozšířen v Severní Americe, Africe, v Asii, Austrálii a Oceánii, druhý taxon (*L. a.*) je znám dále ze Severní Ameriky, jižní Afriky a Dálného Východu. *D. septosporum* znám v Evropě téměř sto let a dnes je po kontinentu plošně rozšířen, druhý taxon se šíří od konce 70. let minulého století a dnes se vyskytuje zejména v západní, jižní, střední a dílem i východní Evropě; méně rozšířen než předchozí druh.

Zavlečení do ČR: V ČR poprvé nalezen v roce 1999 v dodávkách *Pinus nigra* a *P. mugo* z Maďarska. V roce 2000 detekován ve volné přírodě. *L. acicola* poprvé detekován v r. 1999, ve volné přírodě 2007.

Status v ČR: zdomácnělý.

Rozšíření v ČR: hojný. Znám ze školkařských provozů, okrasné zeleně, výsadeb mimo les, lesních porostů, rašelinišť, předpokládá se invaze do alpského bezlesí. Výskyt znám od nížin do hor spolu s výskytem hostitelů, dominuje *D. septosporum*. V současné době se lavinovitě šíří. Výskyt *L. acicola* a *D. pini* nedostatečně znám.

Význam v ČR: významný, způsobuje významné poškození prioritních stanovišť NATURA 2000 a porostů tří taxonů borovic na ně vázaných, z nichž *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa* náleží do kategorie C2b (silně

ohrožený taxon, vzácný, ustupující) a *P. ×ascendens skalickyi* do kategorie C4a (vzácnější taxon vyžadující pozornost). Patogen se v přírodním prostředí šíří, některé lokality jsou značně postiženy, jiné méně, mnohé (např. A7) invadovány zatím nejsou. Rozsah poškození závisí na faktorech prostředí a délce zavlečení. V invadovaných porostech lze předpokládat trvalé zamoření s minimální možností eradikace, poškození citlivých taxonů, zhoršení jejich zdravotního stavu a úbytek populací. Patogen mj. způsobuje plošné a velmi závažné poškození okrasných a některých lesních výsadeb (*P. nigra*), existuje závažné riziko potenciálního budoucího poškození porostů *P. sylvestris*.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: *D. septosporum* se typicky vyskytuje na borovicích, může se objevit ale na širokém spektru jehličnanů, podobně i ostatní dva druhy.

Potvrzení hostitelé v ČR: *P. ×ascendens skalickyi*, *Pinus mugo*, *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa*, výskyt na *P. ×rhaetica digenea* velmi pravděpodobný. Spektrum na ostatních druzích jehličnanů v ČR včetně nepůvodních druhů viz např. Bednářová et al. (2006) – mezi velmi citlivé nepůvodní druhy lze zařadit např. *P. contorta*, *P. jeffreyi*, *P. nigra* a *P. ponderosa*.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Citlivé jsou všechny naše taxony borovic, patogen se může objevit i na ostatních jehličnanech. Největší škody hrozí v oblastech s vysokou dostupností vody a vysokou vlhkostí prostředí s charakteristickým výskytem vzácných druhů borovic vázaných na rašelinné polohy.

Velmi citliví původní hostitelé: *P. ×ascendens skalickyi*, *Pinus mugo*, *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa*.

Velmi citlivé lesní biotopy: L10. 4.

Velmi citlivé nelesní biotopy: A7, R3. 2.

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: NPR Božídarské rašeliniště, PR Prameniště Chomutovky a další lokality na náhorním platu Krušných hor (*D. septosporum* a lokálně i *L. acicola*), PR Borkovická blata, PP Veselská blata (*L. acicola*) aj. Do budoucna lze čekat šíření patogenů např. v NP a CHKO Šumava, CHKO Slavkovský les, Jizerské hory, Jeseníky a jinde. U nízko položených lokalit lze v případě zavlečení patogenu očekávat rychlejší nástup poškození (např. jihočeská blata).

Možnosti ochrany

Patogeny jsou karanténními organismy a podléhají regulaci, vzhledem k intenzivnímu šíření a plošné distribuci však lze očekávat zrušení regulace. Vzhledem k plošnému rozšíření patogenu převažují adaptační opatření. V Krušných horách dochází k intenzivnímu šíření ve výsadbách porostů náhradních dřevin, zejména *Pinus contorta* (ty jsou obzvláště silně poškozeny) a dalších exotů a rovněž *P. mugo*. Je otázkou, nakolik tyto masivní výsadby mohly hrát roli při zavlečení a šíření patogenu v oblasti.

Dřeviny mimo les. Vzhledem k významné vazbě impaktu patogenu a choroby na vlhkost prostředí je možné upravit vlhkostní parametry a patogen znevýhodnit (včetně omezení závlivky). Velmi významné je vzhledem k zjištěné výrazné variabilitě v citlivosti využívání odolných taxonů. Dále je možný zdravotní řez a zejména redukční řez (vyvětvení) a odstraňování opadlých jehlic, v době šíření je teoreticky možné využívat měďnatých přípravků. V lokalitách favorizujících patogen lze ovšem předpokládat silné poškození dřevin citlivých taxonů či jejich odumření. Velmi významná je vhodná lokalizace nových výsadeb, protože stanovištní faktory mohou významně přispět k omezení rozvoje infekce.

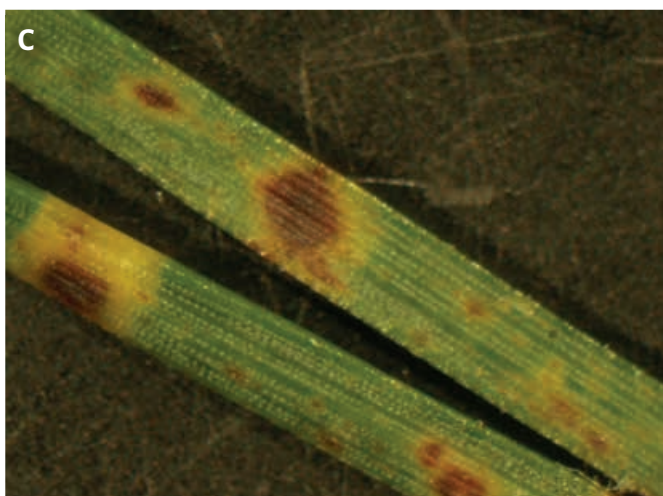
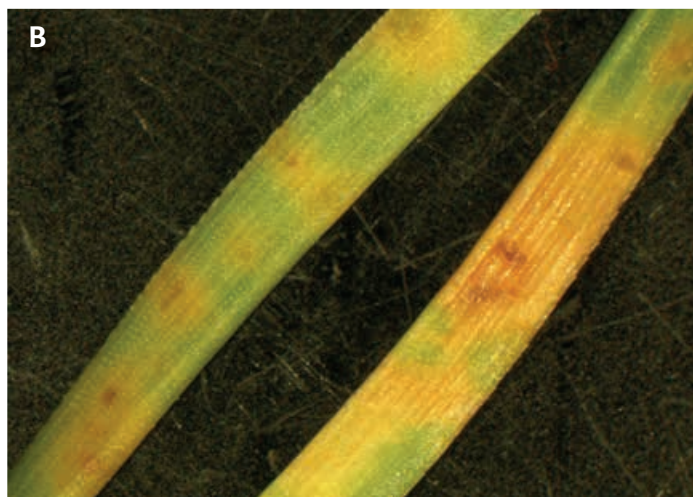
Lesní prostředí a přírodní biotopy. Rozvoj a impakt choroby je ovlivňován řadou environmentálních a porostních charakteristik, mezi nej-

důležitější patří vlhkostní poměry, vzrůst a hustota a složení porostů a podobně. Mezi vhodná opatření patří např. negativní výběr, zvýšení provívání porostu, snížení zakmenění apod. Bohužel z hlediska ochrany přírody cenné taxony a biotopy se vyskytují v podmínkách silně favorizujících patogen – zde lze očekávat postupně vzrůstající tlak na biotopy R3.2, L10 a některé další, dále v budoucnu (a při pokračující klimatické změně) pak i A7. V případě biotopů L10 a dalších lesních biotopů lze doporučit zvážení výše zmíněných opatření vedoucích ke snížení konkurence a úpravě poměrů vyhovujících patogenu (vlhkost prostředí), např. snížit podíl konkurenční *P. sylvestris* a zvýšit prosvětlení porostu (resp. na vhodných místech snížit zakmenění). V Krušných horách je velmi vhodným a nutným opatřením co nejdříve odstranění porostů citlivých náhradních dřevin zejména v okolí citlivých biotopů, a to nejen *P. contorta*, ale i *P. mugo*.

ZCHÚ. V R3.2, L10.4 a dalších biotopech lze očekávat postupující poškození zejména *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa*, ale i *P. ×ascendens skalickyi* a *Pinus mugo*. Riziková je zejména oblast Krušných hor s četnými dosadbami porostů náhradních dřevin, v nichž se patogen intenzivně šíří a kde je nutno rychle zasáhnout. V místech výskytu cenných jedinců *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa* lze rovněž lokálně upravit parametry prostředí a znevýhodnit patogen. Na jihočeských blatech představuje riziko postupující zahušťování porostů, které vede k favorizaci patogenu.

Poznámka: V budoucnu nelze vyloučit i ohrožení biotopu A7, zde je jako dílčí opatření vhodná urychlená eliminace uměle dosazovaných a rozšiřujících se porostů *P. mugo*.

Dothistroma septosporum a *Lecanosticta acicola*. A: kolonie na agarovém médiu (*L. a.*), B: detail poškození jehlic (*D. s.* na *Pinus contorta*), C: detail poškození jehlic (*L. a.* na *P. uncinata uliginosa*), D: typické léze se žlutým halo hnědé sypavky borovic (*L.a.* na *P. uncinata uliginosa*), E: typické poškození jehlic *P. mugo* s nápadnými plodnicemi *D. s.*





Dothistroma septosporum a *Lecanosticta acicola*. F: chronické poškození vzrostlého jedince blatky na přirozeném stanovišti (*L. a.* na *P. uncinata uliginosa*), G, H: *D. s.* pronikající na biotop R3.2 v Krušných horách (G: *P. mugo*, H: *P. ×ascendens skalickyi*)

3. 4. *Eutypella parasitica*

České jméno: bradavkatka parazitická

Platné vědecké jméno: *Eutypella parasitica*
R.W. Davidson & R.C. Lorenz (1938)

Zařazení: Fungi: Sordariomycetes: Xylariales

Popis druhu

Bradavkatka parazitická způsobuje charakteristické velmi nápadné, rozsáhlé, vpadlé nekrózy a nádory převážně na kmenech stromů, v jejichž středu se po několika letech vytváří černá stromata se zanořenými černými peritecií měřícími 0,8–1,2 mm s dlouhými krčky pronikajícími na jeho povrch. Vřečka jsou kyjovitá, osmisporická a měří cca 47–71×5–11 μm. Askospory jsou pigmentované, ledvinovité, jednobuněčné, hladké, a měří cca 6–8 × 2–4 μm. Pyknidy konidiálního stádia jsou volně přimíšeny mezi peritecia, konidie jsou srpovitě zahnuté a měří 26,2–36,1 × 0,8–1,8 μm a v mase jsou narůžovělé. Kolonie patogenu v kultuře jsou vlnaté, bílé, po cca 2 měsících se v nich tvoří plodničky nepohlavního stádia. Patogen je relativně teplomilný, kardinální teploty jsou následující: 12 °C (minimum), 31 °C (optimum) a 37 °C (maximum), rychlost růstu mycelia na agarovém médiu (MEA) při 20 °C je 0,25–0,30 mm/den.

Choroba a typické symptomy

Bradavkatka parazitická je typický nekrotrof, způsobuje tzv. eutypelovou rakovinu javoru, pro kterou jsou typické rozsáhlé perenující vpadlé korové nekrózy poněkud podobné těm, které způsobuje *Nectria galligena*. Infikovány jsou zpravidla kmeny od báze do výšky cca 10 m, na nich jsou patrné několik cm dlouhé vpadlé léze někdy se zvýšeným okrajem (kalus). Při okrajích léze jsou někdy patrné výtoky tmavých pigmentů nad čerstvě kolonizovanými pletivými. Léze se v průběhu let prodlužují, nejdelší pak mohou měřit i přes 1,5 m na délku a jejich stáří lze odhadnout na 15 případně i více let. Počátkem léta jsou kolonizovaná pletiva obklopena kalusem, který je později kolonizován (po odloupení borky jsou patrné nápadné myceliální vějíře patogenu), opakováním procesu pak vzniká typická struktura nádoru. Uvnitř nádoru na odumřelých pletivech se pak vytváří rozmnožovací struktury patogenu, nepohlavní už po několika málo letech, pohlavní pak o něco později. Dlouhodobá infekce kmenů je již zdálky patrna charakteristickým prohnutím kmene kolem léze a vytvořením kápoité struktury – typicky se projevuje zejména na klenech. Po obkroužení kmene lézí může kmen uschnout, častěji však dojde ke zlomu v místě infekce, patogen totiž způsobuje poměrně intenzivní hnědou hnilobu dřeva.

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen se šíří spontánně vzduchem askosporami (vřečka jsou osmisporická), šíření probíhá za vlhkého počasí a nejčastěji jen na vzdálenost desítek metrů. Spory nejčastěji infikují pahýly po odpadlých větvích, suky, praskliny v borce atp. Šíření patogenu je optimální při teplotě 24–28 °C, při teplotách 4 a méně a nad 36 °C šíření neprobíhá. Na delší vzdálenosti může pravděpodobně šířit pouze se svým hostitelem (vytěžené dřevo). Pro šíření patogenu – dozrávání plodnic, uvolňování a klíčení askospor a úspěšnost infekce jsou významné srážky a vyšší relativní vlhkost vzduchu. Vzhledem k závislosti relativní vlhkosti na tvaru reliéfu a dalších faktorech je velmi pravděpodobná významná vazba výskytu onemocnění na údolní a uza-

vržené, méně vysychavé lokality, blízkost vodních toků, vyšší zápoj porostů a data z ČR to potvrzují. Patogen v mrtvých pletivech nádorů přežívá dlouhou dobu (potenciálně i několik desetiletí) a perenující nádory jsou tak dlouhodobým zdrojem infekčního inokula v porostu.

Původ a rozšíření

Původ: severoamerický druh vyskytující se běžně v listnatých lesích s dominancí javoru v severovýchodní části USA v oblasti Velkých jezer. Hlavními hostiteli patogenu jsou především *Acer saccharum* a *A. saccharinum*. V Evropě poprvé zjištěn v r. 2005 ve Slovinsku (pravděpodobně však zavlečen o několik desetiletí dřív), kde zdomácněl a je běžně rozšířen. Výskyt z Maďarska a Chorvatska na tento výskyt navazují. V Rakousku a Německu (a částečně Chorvatsku) se vyskytuje izolovaně v okrasných výsadbách, jedná se zjevně o nezávislá zavlečení. Další izolovaný výskyt zjištěn ve Slezsku (ČR a Polsko) a Slovensku.

Zavlečení do ČR: V ČR poprvé zjištěn v r. 2015 ve Slezsku, velmi pravděpodobně byl zavlečen dřívě (možná i před r. 2000), nejvíce pravděpodobně je zavlečení spolu se stavebním dřívím či podobným materiálem do oblasti širší ostravsko-karvinské aglomerace. Nelze vyloučit zavlečení do Polska a poté spontánní šíření do okolních oblastí a ČR.

Status v ČR: zdomácnělý, spontánně se šíří vzduchem v lesních a břehových porostech a dalších výsadbách.

Rozšíření v ČR: V oblasti výskytu hojný. Výskyt doložen ve Slezsku v oblasti cca 1600 km² ohraničené na jihu hřbetem Moravskoslezských Beskyd, na západě a severozápadě Moravskou brázdou, na severu ostravskou aglomerací a na východě státní hranicí. V jiných oblastech ČR není známý. Výskyt zjištěn v nadmořských výškách cca 200–560 m n. m. Hojný výskyt zjištěn zejména v lužních lesích (L2.3), jasanovo-olšových luzích (L2.2) a místy v suťových lesích (L4) a dále v hospodářských lesích odvozených od dubohabřin a květnatých bučin (L3.2, L3.3, L5.1), břehových porostech, v remízech ve volné krajině a výjimečně v okrasných výsadbách.

Význam v ČR: významný. Způsobuje poškození a odumírání citlivých původních dřevin a jejich porostů. V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření a postupný úbytek citlivých dřevin (zejména *A. pseudoplatanus*) zejména ve starších věkových kategoriích. Doložen lokální rozpad břehových porostů s dominantním javorem klenem. Významné provozně-bezpečnostní riziko. Eradikace v některých typech porostů a biotopů je možná, opatření je možno diverzifikovat. V současnosti představuje pravděpodobně největší riziko rozšíření patogenu do dalších oblastí s vhodnými podmínkami (rizikové jsou zejména lužní komplexy s již tak významným impaktem dalších patogenů) a zejména rozšíření do horských klenových bučin (L5.2).

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág javorů. Všechny původní druhy javorů jsou citlivé (nejcitlivější *A. pseudoplatanus*), introdukované druhy javorů rovněž.

Potvrzení hostitelé v ČR: Lesní dřeviny: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*.

Ostatní hostitelé: *Negundo aceroides*.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny původní druhy javorů jsou citlivé, nejvíce *A. pseudoplatanus*. Všechny biotopy s javorem mohou být invadovány, největší poškození lze čekat v porostech s výrazným zastoupením právě *A. pseudoplatanus*. Největší riziko zdomácnění a škod vzhledem k ekologii patogenu hrozí v teplejších oblastech státu s vysokými srážkami a vysokou vzdušnou vlhkostí. Úpatí Moravskoslezských Beskyd a Ostravská pánev patří mezi oblasti s nejvíce vhodným klimatem pro patogen.

Velmi citliví původní hostitelé: *Acer* spp.

Velmi citlivé lesní biotopy: L5. 2. V současnosti největší problémy způsobovány ve Slezsku v L2.3, L4, L5. 1.

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: CHKO Poodří, CHKO Beskydy, NPR Čantoria, NPR Polanská niva a další MZCHÚ v oblasti.

Možnosti ochrany

Klíčová jsou preventivní opatření – je nutno předcházet šíření patogenu z oblasti výskytu a pronikání do citlivého biotopu L5. 2.

Městská zeleň a dřeviny mimo les. V důsledku infekce dochází ke zvýšení provozně-bezpečnostních rizik. Vhodné řešení je odstranění napadených dřevin – práce provádět v zimním období mimo aktivitu patogenu. Při činnostech aplikovat vhodná sanitární opatření (dezinfekce pracovních nástrojů). Odstraněný infekční materiál (části kmenů s lézemi se sporulujícím patogenem) zlikvidovat na lokalitě (spálit) nebo bezpečně odvézt (možná předchozí dezinfekce a zakrytí při transportu) a zlikvidovat na bezpečném místě. Riziko hrozí zejména při transportu infikovaného materiálu do míst zpracování (způsob zavlečení doložen v Oderských vrších, výskyt byl eradikován). Vyloučení dosadeb javorů po několik let a opakovaná kontrola výskytu patogenu v napadené výsadbě.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Přístup je možné diverzifikovat. Klíčové je přecházet dalšímu rozšiřování areálu patogenu, zejména zavlečení do Oderských vrchů a spontánnímu šíření z Moravskoslezských Beskyd na jih do Vsetínských vrchů (Rožnovská brázda). Nutná informovanost odpovědných pracovníků v lesnictví a ochraně přírody. Opakovaná kontrola možného výskytu v exponovaných porostech na okraji areálu a v citlivých porostech biotopu L5.2 v centrálních partiích Moravskoslezských Beskyd.

Eutypella parasitica. A: kolonie na agarovém médiu, B: charakteristické myceliální vějíře na růstovém kraji léze pod kůrou, C: mladá léze (bez sporulace patogenu) v místě pahýlu po ulomené větvi, D: typická rakovinná léze na kmeni s vytvořenými černými stromaty patogenu, E: zlom kmene v místě infekce – patrna černá stromata patogenu, F: napadení *A. pseudoplatanus* v květnaté bučině



Identifikace napadených jedinců, snížení podílu napadených dřevin a případná eliminace infekce. Práce v porostech (a likvidaci infekčního materiálu) provádět v obdobích minimální aktivity patogenu (zimní období). Napadené dřeviny, resp. infekční materiál (části kmenů s lézemi s fruktifikujícím patogenem) je možno na místě pálit, případně bezpečně transportovat (možná povrchová dezinfekce, zakrytí) a bezprostředně likvidovat (pálit) na bezpečném místě. Možná je alternativní likvidace patogenu – ponechání infikovaných částí kmenů na zemi v porostech s tím, že části kmenů s fruktifikujícím patogenem budou otočeny na půdu a přihrnuty substrátem či hrabankou a klestem. Akutnímu šíření je tak zabráněno a lézi rychle saprofytické houby kolonizují. Při a po práci dodržovat sanitární opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce pracovní techniky a nástrojů apod. V porostech možno (i lokálně v citlivých partiích) snížit podíl *A. pseudoplatanus* a *A. campestre*.

ZCHÚ. Na stanovištích s vyšším podílem citlivých dřevin a prostředím vhodným pro rozvoj choroby lze očekávat významné až plošné poškození stromového patra a vymizení *A. pseudoplatanus* zejména z nejstarších věkových skupin. Citlivý je zejména biotop L5. 2. Vhodnou prevencí je bránění introdukce a šíření v oblastech s rizikem zavlečení patogenu (CHKO Beskydy). V lesních MZCHÚ a dalších cenných porostech (např. CHKO Poodří) lze aplikovat šetrný management omezující populační hustotu patogenu (viz výše). Dlouhodobým adekvátním opatřením mimo L5.2 je dílčí omezení obnovy *A. pseudoplatanus* (v L2.3 rovněž *A. campestre* a *A. platanoides*).





3. 5. *Hymenoscyphus fraxineus*

České jméno: voskovička jasanová

Platné vědecké jméno: *Hymenoscyphus fraxineus*
(T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya (2014)

Zařazení: Fungi: Leotiomycetes: Helotiales

Vybraná synonymika:

Chalara fraxinea T. Kowalski (2006)

Hymenoscyphus pseudoalbidus Queloz, Grünig, Berndt, T. Kowalski,

T.N. Sieber & Holdenr. (2011)

Lambertella albida (Gillet) Korf (1982)

Popis druhu

Voskovička jasanová je věckovýtrusá houba vytvářející charakteristické bělavé cca 2–3 mm široké plodnice, které za vhodných podmínek hromadně vyrůstají na mrtvém opadlém materiálu. Vřečka jsou oválná až kyjovitá, osmisporická, měří cca 80–110×8–10 µm. Askospory jsou bezbarvé, 13–21×4–5 µm vřetenovité až eliptické. Patogen na opadlém materiálu vytváří černá pseudosklerocia. Nepohlavní stádium je vláknité, na hyfách se na krátkých konidioforech tvoří lahvicovité hnědavé konidiogenní buňky s protáhlými hrdly, které v řetězcích či kapkách produkují drobné válcovité nepohlavní spory 3–4×2–2,5 µm. Kolonie patogenu jsou většinou přitisklé, laločnaté, bělavé, olivové, rezavé až cihlově zbarvené, často se vytvářejí nepravidelné sektory mycelia a někdy jsou přítomny i tmavé stromatické struktury. Patogen je psychrotolerantní – mycelium může přežít teploty hluboko pod bodem mrazu, minimální teplota pro růst se blíží 0 °C, optimum je 20–22 °C a maximum 28–30 °C; rychlost růstu mycelia na agarovém médiu (MEA) při 20 °C je 1,7 mm/den.

Choroba a typické symptomy

H. fraxineus je typický nekrotrof. Patogen způsobuje intenzivní nekrotizaci listů a jejich předčasný opad ústíci často až v úplnou defoliaci. Patogen prorůstá řapíky do výhonů a větví a způsobuje jejich černání a usychání. Proniká rovněž do vnitřního xylému, kterým se může intenzivně šířit, a který tmavě zbarvuje. Léze na výhonech a větvích je dostatečně vitální hostitel schopen obklopit výrazným kalusem, který však bývá na podzim kolonizován a poškození se rychle šíří dál. Na masivní poškození hostitel často reaguje tvorbou preventivních výhonů a sekundárních korun, typická je tvorba intenzivního obrostu na kmeni nebo i bázi napadeného jedince. Patogen je schopen infikovat i báze kmenů lenticelami a způsobovat jazykovité nekrózy vodivých pletiv bází vzdáleně upomínající poškození způsobené oomycety, *H. fraxineus* však rychle proniká do dřeva a intenzivně tmavě je zbarvuje. Velmi často zejména na vlhčích stanovištích je nekróza jasanu doprovázena i václavkami – zejm. *A. gallica* či *A. cepistipes*. Na usychajících jedincích se pak často přemnožují lýkohubi *Hylesinus fraxini* či *H. crenatus*.

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen se spontánně šíří vzduchem. Plodnice pohlavního stádia se vytvářejí na opadlém materiálu (ponejvíce na řapících a žebrech listů)

od jara do podzimu s vrcholem v létě. Klíčovým faktorem prostředí je vysoká vzdušná vlhkost, hlavní vlna tvorby plodnic tak obvykle následuje s krátkým zpožděním po vydatných či dlouhodobějších srážkách. Z plodnic na opadlém materiálu se uvolňují spory, které jsou unášeny spolu se stoupavými vzdušnými proudy do korun stromů, kde masivně infikují listy (infikována však mohou být i čerstvá poranění, lenticely apod.). Na opadlém materiálu patogen vytváří odpočívající struktury (pseudosklerocia), které přežívají i několik let. Patogen se může pravděpodobně šířit i ve formě mycelia v půdě a infikovat kořeny myceliem či případně nepohlavními sporami. Na dlouhé vzdálenosti se *H. fraxineus* šíří obvykle kontaminovaným rostlinným materiálem, spory se však vzduchem za vhodných podmínek (vysoká vzdušná vlhkost) mohou životaschopně šířit desítky kilometrů daleko. Choroba je unicyklická, přesto může během jednoho roku dojít k několika vlnám tvorby plodnic a infekcí. Rozvoj choroby a impakt je ovlivněn celou řadou faktorů prostředí, dominantním je však dostatečná vlhkost prostředí. V oblastech a lokalitách s vysokou dostupností vody je poškození porostů mnohem intenzivnější. Velmi záleží na morfologii terénu (topografie, sklonitost, TPI, expozice), přítomnosti vodních toků, hydrologických vlastnostech půd, struktuře vegetace, výšce porostu (mladé porosty jsou napadány ve větší míře a rychleji jsou poškozeny), složení porostu, množství srážek a podobně. Během suchých let dochází k šíření choroby jen v omezené míře a porosty mohou regenerovat; obecně méně poškozené bývají porosty v suchých oblastech na propustných substrátech. Po několika suchých letech dochází i k významné redukci populace patogenu přežívající na odumřelém materiálu. Na vlhčích (zejména lužních) stanovištích jsou porosty napadené patogenem dále významně napadány václavkami, které urychlují proces chřadnutí, nadto, vzhledem k tomu, že způsobují intenzivní hnilobu dřeva, jsou příčinou častých zlomů v pařezové části a vývrátů.

Původ a rozšíření

Původ: Původní areál druhu je na Dálném Východě (Japonsko, Korea, Rusko, Čína), kde se vyskytuje na *Fraxinus mandshurica* a *F. rhynchophylla* a byl již dříve znám pod jménem *Lambertella albida*. V Evropě se vyskytuje od 90. let minulého století, první údaje pocházejí z Polska a Pobaltí. V následujících letech se rychle rozšířil prakticky do celé Evropy.

Zavlečení do ČR: v ČR poprvé potvrzen v r. 2007 na jižní Moravě, masivní poškození jasanů bylo pozorováno v ČR od konce 90. let minulého století. Dnes se vyskytuje plošně po celém území státu.

Status v ČR: zdomácnělý.

Rozšíření v ČR: hojný. Známe ze školkařských provozů, okrasné zeleně, výsadeb mimo les, břehových a lesních porostů. Výskyt znám od nížin do hor spolu s výskytem obou původních druhů hostitelů.

Význam v ČR: kritický, způsobuje poškození a rozvrácení porostů jasanů od okrasných výsadeb a výsadeb ve volné krajině, přes břehové až po lesní porosty. Rozsah poškození a jeho dopad velmi závisí na faktorech prostředí, exponovaná stanoviště jsou mnohem méně poškozena než lužní a údolní. V invadovaných porostech lze předpokládat trvalé zamoření s minimální možností eradikace a postupnou podstatnou redukcí až vymizení populace jasanu. V citlivých biotopech lze předpokládat trvalé změny.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág jasanů. Oba naše původní druhy jsou velmi citlivé, *F. angustifolia* je oproti hojnějšímu druhu citlivý poněkud méně.

Potvrzení hostitelé v ČR: *Fraxinus excelsior* a *F. angustifolia*; řada nepůvodních taxonů.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Oba druhy jasanu jsou velmi citlivé, všechny biotopy a porosty s jasanem jsou invadovány. Největší riziko škod hrozí v oblastech s vysokou dostupností vody a vysokou vlhkostí prostředí – v lužních stanovištích, potočinách, v břehových porostech.

Velmi citliví původní hostitelé: *Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*.

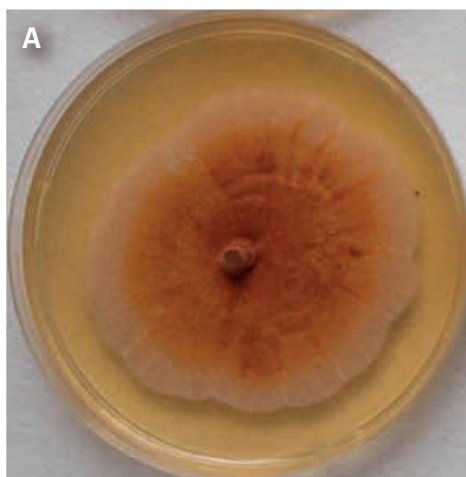
Velmi citlivé lesní biotopy: L2.2 (zejména se souběžnou invazí *P. alni*), L2.3, částečně L4 (SLT U3, U5).

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: CHKO Litovelské Pomoraví, CHKO Poodří, NPR Ranšpurk, NPR Zástudánčí, NPR Ransko, NPP Peklo a mnohá další ZCHÚ s významným podílem L2.2 a L2.3.

Možnosti ochrany

Vzhledem k plošnému rozšíření patogenu převažují adaptační opatření. V citlivých biotopech dochází k podstatné redukci populace hostitele a ustavování nové rovnováhy mezi populacemi hostitele a patogenu. V lužních stanovištích výrazné zvýšení provozně bezpečnostních rizik.

Dřeviny mimo les. Vzhledem k významné vazbě impaktu patogenu a choroby na vlhkost prostředí (a tedy řadu mikrostanovištních parametrů, na kterých vlhkost prostředí závisí) je možné upravit poměry prostředí a patogen znevýhodnit. Mezi vhodná opatření např. v péči o památné dřeviny patří snížení podílu jasanů v blízkém okolí (a tedy inokula), prosvětlení výsadeb, ponechání jasanů ve více osvětlených a provívaných místech, omezení keřového patra, sečení zejména během druhé poloviny léta (kdy hrozí intenzivní rozvoj infekce). Lokální omezení množství infekčního inokula je možné odstraněním opadlého materiálu (alternativní je postřik močovinou, Dam 390). Velmi významný je řez dřevin (zdravotní a redukční) – rizikové je snižování a nadměrná redukce korun vedoucí k jejich zahušťování, naopak vhodné je vyvětvění a přiměřené prosvětlení. (Nevede ovšem k úplné eliminaci patogenu, zpravidla však efektivně omezí četnost nových infekcí.) Nová výsadba (zdravých a důkladně kontrolovaných rostlin) by měla být střídavá, významné je umístování sadeb na místa nevhodná pro rozvoj patogenu či s péčí, která jeho rozvoj potlačuje (sečení) apod. Zásadní je kvalitní péče o nové výsadby, každoroční opakovaná kontrola (na podzim) a okamžitý zdravotní řez (vždy lze očekávat infekci, nutno zabránit přechodu infekce na terminál a zejména kmen), možné je v těchto fázích použití fungicidů, některé jsou vhodné využít v první fázi infekce (např. trifloxystrobin, který brání klíčení spor) jiné, se systemickým účinkem (tebukonazol), omezují pozdější rozvoj patogenu. V případě registrace



Hymenoscyphus fraxineus. A: kolonie na agarovém médiu, B: černé pseudosklerocium a plodnice na řápíku, C: nekróza listu, D: počínající nekróza výhonu (infekce pronikla z řápíku listu)

metody injektáže (ÚKZÚZ) je možné efektivní použití tebukonazolu i na vzrostlých dřevinách. V případě výsadeb ve volné krajině je nutné se zejména řídit parametry ovlivňujícími vlhkost prostředí (principy viz výše). Ve vlhkých polohách a břehových porostech často nezbyvá než výrazně snížit podíl jasanu (+ možné riziko sekundárního rozvoje václavek a zvýšení provozně-bezpečnostního rizika), zejména v nejvlhčích a nejvíce zastíněných pasážích. Poučení odpovědných osob.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Rozvoj a impakt choroby je ovlivňován řadou environmentálních a porostních charakteristik, mezi nejdůležitější patří podíl jasanu, stáří a zakmenění porostu, vlhkost prostředí, reliéf a podobně, na tom závisí budoucí opatření. Obecně platí, že při výchově porostů je nutné nejprve uplatňovat silně negativní výběr, ve stáří naopak výběr pozitivní. Lze předpokládat častější zásahy. Obecně je vhodné výrazné snížení podílu jasanu, snížení zakmenění, zvýšení prosvětlení a provzdušnění porostu. Čím vlhčí stanoviště, tím intenzivnější musí zásahy být. Obecně je potřebná podpora fenotypově odolných jedinců. Možné dočasné zkrácení obmýtí, obnovní doby atp. Započítí obnovy v nejvíce poškozených (vlhkých) částech porostů. V obnově porostů lužních stanovišť a potočin minimalizovat podíl jasanu, vyloučit umělou obnovu jasanu, obecně preferovat přirozenou obnovu vhodných (fenotypově odolných) jedinců např. vhodným umístováním do porostních

stěn nebo je využít jako výstavky. V citlivých lokalitách trvale snížit podíl jasanu na minimum. Sledovat rozvoj václavek a v rizikových místech eliminovat nárůst provozně-bezpečnostních rizik. Při práci minimalizovat pojezdy těžké techniky v napadených lesních porostech a poškození kořenových systémů zbylých jedinců. V L2.2 pouze přirozenou obnovu olše (značné riziko zavlečení *P. alni*; v důsledku rozšíření obou patogenů může hrozit rozpad porostů).

ZCHÚ. V L2.2 a dílem i v L2.3 lze očekávat rozsáhlé či plošné a trvalé poškození a ovlivnění stromového patra. Zejména bude obtížná situace vlhkých biotopů L2.2 (SLT 2L, 3L) souběžně napadených *P. alni* – obnova jejich stromového patra bude obtížná až nemožná, lze očekávat intenzivní rozvoj keřového patra, zejm. *Prunus padus*. V některých případech lze očekávat i rozvrácení stromového patra a trvalou změnu charakteru stanovišť. Podporovat přirozenou obnovu fenotypově odolných jedinců. V L2.3 bude jasan nahrazen dalšími dřevinami, v poškozených porostech někdy probíhá intenzivní zmlazování *A. campestre*.

Poznámka: Blíže k ochraně Černý et al. (2016) a Černý et Havrdová (2018).



Hymenoscyphus fraxineus. E: chřadnutí koruny a tvorba adventivních výhonů, F: postupně poškození narůstá a vede k odumření porostu, G: masivní předčasný opad listů se může objevit kolem poloviny srpna, H: souběžné napadení václavkou vede k rychlé destrukci porostu a pádům stromů



3. 6. *Melampsorium hiratsukanum*

České jméno: rez olše šedé

Platné vědecké jméno: *Melampsorium hiratsukanum*
S. Ito ex Hirats. f.

Zařazení: Fungi: Pucciniomycetes: Pucciniales

Popis druhu

Dioecická rez s komplikovaným vývojovým cyklem, jejíž hlavním hostitelem je *Alnus* spp. a mezihostitelem *Larix* spp. (včetně domácího *L. decidua*). Pohlavní proces probíhá v lahvicovitých útvarech (spermogoniích) na jaře na jehlicích mezihostitele, kde se později vytvářejí ložiska jarního stádia (aecia) produkující jarní výtrusy (aeciospory), které se šíří větrem na listy hlavního hostitele, kde klíčí. Na spodních stranách listů hlavního hostitele vznikají rezavá ložiska letního stádia (uredia) produkující žlutavě zbarvené letní výtrusy (urediospory). Urediospory jsou jednobuněčné, oválné až eliptické, jemně ostnité, o velikosti v průměru cca 26 × 13 μm, které zejména slouží k intenzivnímu horizontálnímu přenosu a šíření patogenu. Na podzim se na uschlých listech hostitele vytvářejí tmavá ložiska zimního stádia (telia) vytvářející tmavě pigmentované jednobuněčné zimní výtrusy (teliospory), které přezimují. Na jaře se na teliosporách vytvářejí pohlavní spory (bazidiospory), infikující mezihostitele, kde posléze dochází k pohlavnímu procesu a cyklus se uzavírá. V silně napadených porostech v Rakousku a Maďarsku se předpokládá existence zkráceného životního cyklu (nepohlavní části) bez přítomnosti mezihostitele a možnost přezimování aktivního mycelia letního stádia v pupenech hostitele. Zkrácení cyklu a zjednodušení přezimování může vysvětlovat masivní napadení porostů a vysoký impakt choroby ve střední Evropě.

Choroba a typické symptomy

Melampsorium hiratsukanum je typický obligátní biotrofní patogen parazitující na listech svých hostitelů. Napadení mezihostitelů je nevýznamné na rozdíl od hostitelů hlavních. Na spodních stranách listů *Alnus* spp. se od počátku léta vytvářejí oranžová ložiska letních výtrusů, které se intenzivně šíří. Choroba je polycyklická a nepohlavní cyklus se může uzavřít během několika dnů, za vhodných podmínek prostředí tak může docházet k lavinovitému šíření choroby. Silně napadené listy usychají a opadávají. K předčasnému opadu může dojít už v polovině léta, častěji však až k jeho konci. Opakovaně silně napadené stromy chřadnou a mohou odumírat. Častěji či více jsou postiženy dolní části korun, části porostů v podmínkách favorizujících patogen (vlhko, inverze, zástin). Je možná záměna za dnes relativně vzácnější další druhy vyskytující se na olších *M. alni* a *M. betulinum* (nutné mikroskopické vyšetření či genetická analýza).

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen má komplikovaný životní cyklus, přezimuje buď ve formě zimních výtrusů nebo ve formě dvoujaderného mycelia letního stádia. K rozvoji onemocnění na hlavním hostiteli dochází obvykle počátkem léta (konec června, červenec), k intenzivnímu rozvoji poškození dochází obvykle od srpna. Napadení má často chronický ráz a lze předpokládat, že dlouhodobě stromy v důsledku parazitace ztrácejí desítky procent asimilátů a zásob a lze předpokládat jejich zvýšenou citlivost vůči stresu, dalším patogenům a škůdcům. Choroba je typicky polycyklická, za vhodného vývoje počasí se intenzivně šíří. Výraznější dopad je spojen s vývo-

jem počasí (vyšší srážky v létě) nebo se objevuje v inverzních či vlhčích polohách. Větrné podmínky výrazně ovlivňují šíření patogenu a infekční tlak. Je pravděpodobné, že optimální teplota pro klíčení výtrusů je relativně nízká, podobně jako u příbuzných druhů, a proto se objevuje vyšší napadení spíše v chladnějších vyšších polohách).

Původ a rozšíření

Původ: nepůvodní, patogen pochází z Dálného Východu (Japonsko, Rusko, Korea, Čína). Výskyt doložen dále v jižní Asii a v Jižní, Střední a Severní Americe. Do Evropy se patogen pravděpodobně rozšířil spontánně přes Sibiř. V Evropě byl poprvé zaznamenán v r. 1996 v Pobaltí. Během následujících deseti let se rozšířil prakticky po celém kontinentu a dnes se běžně vyskytuje ve většině zemí s výskytem populací *Alnus incana* a *A. glutinosa* od Turecka po Britské ostrovy.

Zavlečení do ČR: Druh byl v ČR poprvé zjištěn v r. 2001 poblíž Kovařské v Krušných horách, o rok později byl identifikován na řadě míst Moravy a Slezska. Přítomnost patogenu u nás lze ale předpokládat již koncem 90. let minulého století, kdy byl mj. zdokumentován jeho výskyt v pohraničí na saské straně Krušných hor. Do ČR se pravděpodobně rozšířil spontánně spory vzduchem ze severovýchodní Evropy. Možné je šíření spolu s infikovanými rostlinami (listy, pupeny).

Status v ČR: zdomácnělý, spontánně se snadno šíří spory vzduchem.

Rozšíření v ČR: běžný až hojný od nížin do hor, rozšířen zejména ve středních a vyšších nadmořských výškách po celém území ČR, kde se vyskytuje jeho hlavní hostitel *A. incana*. Nelze vyloučit postupné šíření v nižších polohách na *A. glutinosa*. Znám z kulturních stanovišť (školy), výsadeb a porostů ve volné krajině, břehových porostů a lesních porostů s olší šedou.

Význam v ČR: obvykle méně významný, na vhodných stanovištích v horských, srážkově bohatých oblastech s dominancí olše šedé významný. V závislosti na podmínkách prostředí způsobuje předčasnou částečnou až úplnou defoliaci. K úplné defoliaci může za příznivých podmínek dojít už v polovině léta. Patogen silně snižuje fitness hostitele, zpomaluje jeho vývoj a růst a způsobuje krnění, zhoršuje reprodukci a při opakovaných reinfekcích je schopen působit letálně. Zkrácený životní cyklus vede k časnějšímu nástupu onemocnění, vyššímu počtu cyklů choroby a tedy k vyššímu poškození hostitele. V porostech se silnou dominancí *A. incana* se může vliv infekce promítnout do funkce celého ekosystému. Může dojít k narušení specifické mykorhizy s některými druhy hub a vazby celé škály fytofágních druhů hmyzu. V silně napadených porostech lze předpokládat i výraznější vliv plísňe olšové (*Phytophthora alni*) či fytofágů.

Pravděpodobně největší škody lze čekat v břehových porostech a v olšinách olše šedé v kombinaci s impaktem dalších invazních patogenů (*P. alni*). Významně může poškodit výsadby a porosty ve volné krajině.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág čeledi *Betulaceae* a *Larix* spp., celosvětově je udáván z více než tří desítek hostitelských druhů, primárně z rodu *Alnus*.

Potvrzení hostitelé v ČR: *A. incana*, *A. glutinosa*, *A. pubescens*, z Evropy jsou rovněž doloženy výskyty na *Larix decidua*, *Dusckehia alnobetula*, *Betula pendula* a *B. pubescens*.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: majoritním hostitelem je v našich podmínkách *A. incana* a biotopy či porosty s její dominancí jsou také nejvíce citlivé. Nelze v budoucnu vyloučit i napadení *Dusckehia alnobetula* (národní kategorie ohrožení C2b).

Velmi citliví původní hostitelé: *Alnus incana*

Velmi citliví lesní biotopy: L2.1

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: CHKO a NP Šumava, NPR Blanice, PP Vltavský luh aj. a další ZCHÚ s významným výskytem Lz. 1.

Možnosti ochrany

Vzhledem k distribuci a způsobu a rychlosti šíření jsou možnosti dlouhodobější účinné ochrany velmi omezené. Impakt patogenu na většině lokalit lze prozatím hodnotit jako méně významný. Lze předpokládat případná dílčí adaptační opatření v případě silně postižených porostů a biotopů.

Výsadby mimo les. Omezení podmínek favorizujících rozvoj choroby, snížit konkurenci (zástin) v porostu. Využívat *A. incana* spíše na více osvětlených a provívaných místech s podmínkami co nejméně vyhovujícími rozvoji patogenu. Snížení vzdušné vlhkosti v okolí výsadeb (úprava struktury a sponu stromové a keřové vegetace, včasné sečení – zvýšení provívání a odparu). Sledovat stav výsadeb, provádět vhodnou péči: redukční řez (vyvětvení). Likvidace více napadených dřevin, v případě rozvoje masivního poškození nedosazovat *A. incana*. V břehových porostech snížit podíl *A. incana* a zvýšit podíl *A. glutinosa* (v nižších nadmořských výškách), případně světlo milných taxonů jako jsou druhy r. *Salix* a další. Zvýšení podílu odolných taxonů obecně. Ošetření přípravky (Registr přípravků, vhodné jsou přípravky specifické vůči bazidiomycetům) aplikovanými postřikem opakovaně od počátku léta má smysl pouze v lesních školkách. Omezit pěstování *Larix* spp. v okolí citlivých cenných výsadeb.

Přírodní biotopy. Plošná regulace patogenu je bezpředmětná. V případě potvrzení většího impaktu v prostředí citlivých biotopů (Lz.1) v polohách a oblastech favorizujících rozvoj patogenu jsou opatření obtížná. Možné je postupné snížení pokrývnosti hlavního hostitele v nejvíce exponovaných pasážích porostů, zvýšení prosvětlení a provívání porostu. Možná je dílčí náhrada za jiné stanovištně odpovídající světlo milné taxony dřevin. V biotopech s dominantní *A. glutinosa* se prozatím větší škody neočekávají.

ZCHÚ. Lze předpokládat postupné oslabování porostů a chronický rozvoj onemocnění, porosty mohou být pak více poškozovány dalšími patogeny zejména *P. alni*. Nezvyšovat podíl *A. incana*.

Poznámka: zkrácení životního cyklu na jeho nepohlavní část může být příčinou vyššího impaktu patogenu. Možná záměna za příbuzné nicméně dnes mnohem méně významné druhy *M. alni* a *M. betulinum*.



Melampsoridium hiratsukanum. A: infikovaný list s ložisky letních výtrusů, B: břehový porost *A. incana* napadený souběžně *M. hiratsukanum* a *P. alni*



Melampsorium hiratsukanum. C: mladé, částečně odlistěné exempláře *A. incana* v břehovém porostu

3.7. *Ophiostoma novo-ulmi*

České jméno: ofiostoma jilmová

Platné vědecké jméno: *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier (1991)

Zařazení: Fungi: Sordariomycetes: Ophiostomatales

Popis druhu

Ophiostoma novo-ulmi je vřekovýtusá heterotalická houba vytvářející kulovité plodnice (perithecia) měřící v průměru 75–140 µm s často až 0,5 mm dlouhým krčkem. Vřecka jsou osmisporická, askospory jsou drobné (cca 5–6 µm) a jsou vytlačovány v bělavých lepkavých kapkách z ústí plodnic (ulpívají často na tělech hmyzu). Na myceliu se vytváří dvě morfologicky odlišná nepohlavní stádia. Přímo na myceliu se vytváří konidioenní buňky či vláknité nepohlavní stádium *Sporothrix* s krátkými konidiofory. Konidie jsou hyalinní, jednobuněčné a měří cca 5–14 × 2–3 µm. Svazčitá, často tmavě pigmentovaná synnemata nepohlavního stádia *Pesotum* měří cca 1–2 mm, jsou tvořena souběžnými svazky hyf, které se na apexu větví a dávají vznik konidiím (jsou obvykle menší a měří 2–6 × 2–3 µm), které vytvářejí slizovité bělavé kapky. Patogen rovněž může vytvářet drobné kvasinkovité stádium, které se může snadno šířit cévami hostitele. Kolonie patogenu jsou bělavé až šedavé, striátní až petaloidní, někdy laločnaté, mycelium je vzdušné, svazčité, běžně se na něm objevují konidiofory a synnemata nepohlavního stádia. Teplotní optimum růstu pro *O. novo-ulmi* je 20–22 °C, maximum pak 33 °C, rychlost růstu mycelia na agarovém médiu MEA při 20 °C je cca 4 mm/den.

Choroba a typické symptomy

Patogen způsobuje vaskulární vadnutí, tzv. grafiózu jilmů. Vlastní vadnutí je primárně fyzikální povahy a je vyvoláno embolií – přetržením vodního sloupce v cévách; na procesu poškození se podílí celá řada mechanismů (ucpávání cév, indukce tvorby thylů, narušování stěn celulázami, uvolňování polysacharidů a zahušťování obsahu cév apod.). První viditelné vnější symptomy jsou obvykle žloutnutí olistění, rychlé usychání a předčasný opad listů zejména z terminálů výhonů a větví. Při velmi rychlém průběhu choroby listy zůstávají suché viset na stromě. Typickým vnitřním symptomem je tmavé zbarvení xylému (obvykle jarního dřeva) napadených větví a výhonů. K odumření stromu může dojít během jednoho roku. Doba objevení vnějších symptomů závisí na době infekce a rozvoji napadení. První symptomy se objevují zpravidla od července. Pokud k infekci dojde během zralostního žíru, poškození se objevuje na jednotlivých výhonech a drobnějších větvích v koruně, pokud dojde k napadení během agregáčního žíru, projevy symptomů jsou podstatně masivnější a často odumírá celá kosterní větev či celý strom najednou. V případě, že strom je napaden koncem léta či na podzim, mohou se vytvořit standardní vyztřelé pupeny a k usychání a odumření může dojít až na jaře. Pokud je strom napaden skrze kořenové srůsty, bývá postup choroby velmi intenzivní a jedinec odumírá často celý naráz.

Ekologie a epidemiologie choroby

K zavlečení dochází při transportu kontaminovaného materiálu (stavebního dříví, obalů atp.; tímto způsobem pravděpodobně došlo k zavlečení patogenu do Evropy). Lokálně se patogen šíří kořenovými srůsty sousedních jedinců hostitele, dominantním způsobem šíření *O. novo-ulmi* je s pomocí přenašečů, kteří se vyskytují ve stejném prostředí. Nejběž-

nějšími přenašeči choroby jsou bezobratlí, nejčastěji brouci z čeledi *Scolytidae* (na severní polokouli žije alespoň 15 druhů brouků – přenašečů). V ČR jsou nejvýznamnějšími přenašeči *Scolytus scolytus* a *S. multistriatus*, třetím důležitým druhem je *S. laevis*, který má větší význam pro přenos infekce v chladnějších podmínkách, kde se předešlé dva teplomilnější druhy vyskytují méně nebo vůbec. Vztah mezi brouky a jilmy sahá do středního holocénu, kdy brouci fungovali často jako sekundární rozkladači odumírajících či odumřelých jilmů. Jejich populace byly závislé na dostupnosti zdrojů, po zavlečení patogenu se mezi ním a brouky vytvořil mutualistický vztah, ústící až v gradace broučích populací. Brouci ovlivňují rozsah infekce různými způsoby – např. jsou schopni přenášet odlišná množství infekčního inokula (nejvíce *S. scolytus*), vykazují rozdílné preference jilmů (*U. laevis* a *U. glabra* jsou vyhledávány méně než *U. minor*), umísťují kukelní komůrky v různých pletivech (nejvíce spor je v kukelních komůrkách, které se nacházejí v lýku – tj. u *S. scolytus*; naproti tomu *S. multistriatus* je tvoří ve vnější kůře a *S. laevis* v běli, kde je koncentrace inokula menší), mají různý počet generací, v rámci nichž jsou výrazné rozdíly v kontaminaci patogenem (u *Scolytus multistriatus* a *S. pygmaeus* v jarní generaci neslo spory patogenu 58 % jedinců, kdežto v letní jen 8 %). Teplota ovlivňuje vývoj brouků, dobu líhnutí, letovou aktivitu i dobu a intenzitu žíru. Obecně teplá léta podporují rychlejší šíření nemoci, neboť je více teplých dní, kdy mohou brouci aktivovat – zejména při teplotách mezi 20 a 30 °C. Se vzrůstající teplotou roste aktivita brouků při žíru, přičemž nad 25 °C je tato aktivita enormní; naopak při teplotách nad 30 °C aktivita brouků klesá. Jistý význam v epidemiologii má teplota, hydrologické vlastnosti půd a vodní stres (ovlivňuje světllost cév, a tedy rychlost šíření patogenu uvnitř hostitele) a další podmínky stanoviště, které je přímo či nepřímo ovlivňují (půdní poměry, orientace, reliéf), typ a struktura vegetace, podíl a lokace jilmů v porostu a jejich věk (preferovány jsou stromy na okrajích, v horním stromovém patře) apod. Velikost populací patogenu, přenašečů a hostitelů jsou na sobě přímo závislé a pohybují se v cyklech.

Původ a rozšíření

Původ: pochází z Asie, pravděpodobně z oblasti Himálaje, kde se vyskytují druhy jilmů odolné vůči tomuto patogenu a rovněž se tam vyskytuje autochtonní a *O. novo-ulmi* úzce příbuzný druh – *Ophiostoma himal-ulmi* na *U. wallichiana* (*O. himal-ulmi* je vůči našim druhům rovněž vysoce patogenní). Patogen byl zjištěn ve 40. letech minulého století nezávisle ve dvou rasách – nyní na úrovni poddruhů v Evropě, na Blízkém a Středním východě a v Severní Americe. V Evropě se patogen objevil nejdříve na východě – někde v oblasti Ukrajiny, Rumunska či Moldávie, odkud se dále šířil na západ. Americký poddruh byl později rovněž zavlečen do Evropy, kde se obě linie nyní kříží. Patogen nahradil dříve zavlečený, méně patogenní a podstatně teplomilnější druh *O. ulmi* ve většině evropského areálu.

Zavlečení do ČR: pravděpodobně od 60. let minulého století, o desetiletí později způsobil kalamitní hynutí jilmů na jižní Moravě a později po celém území státu.

Status v ČR: zdomácnělý.

Rozšíření v ČR: hojný. Znám z okrasné zeleně, výsadeb mimo les, břehových a lesních porostů. Výskyt znám od nížin do hor spolu s výskytem svých hostitelů.

Význam v ČR: kritický. Způsobil kolaps populací všech tří druhů jilmů, dnes se odhadují počty jilmů na 5–10 % původního stavu. Invadované biotopy jsou trvale ovlivněny. Lze předpokládat významné poškození biodiverzity závislých mikrobiálních a dalších společenstev.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág jilmů. Všechny tři druhy jsou vysoce citlivé.

Potvrzení hostitelé v ČR: Z ČR znám z *Ulmus minor*, *U. glabra* a *U. laevis*. Může napadat i další introdukované druhy jilmů (některé jsou ovšem tolerantní jako např. *U. pumila*) a *Zelkova carpinifolia*.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny tři druhy velmi citlivé; *Ulmus laevis*, je méně atraktivní pro brouky na rozdíl od druhých dvou druhů. *U. laevis* a *U. glabra* mají více méně původní areál rozšíření, *U. minor* byl v minulosti šířen člověkem pro jeho široké využití, proto je genotypová heterogenita prvních dvou druhů vyšší a posledního nízká, což v důsledku značí větší heterogenitu v citlivosti/rezistenci vůči patogenu i atraktivitu pro brouky, vektory patogenu.

Velmi citliví původní hostitelé: *Ulmus minor*, *U. glabra* a *U. laevis*.

Velmi citlivé lesní biotopy: L2.3 (zejména se souběžnou invazí *H. fraxineus*, *Phytophthora* spp.).

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: CHKO Litovelské Pomoraví, CHKO Poodří, NPR Libický luh, NPR Ranšpurk, NPR Zástudánčí, a mnohá další ZCHÚ s významným výskytem L2.3 (zejm. střední Čechy a jižní Morava).

Možnosti ochrany

Vzhledem k plošnému rozšíření patogenu dominují adaptační opatření. Posilování populací jilmů může být kontraproduktivní. Klíčové je udržet populace přenašečů na nízkých úrovních a reflektovat jejich preference (pozice dřevin, věk atp.). Velmi důležitá je každoroční kontrola stavu cenných jedinců a výsadeb.

Dřeviny mimo les. Okrasné výsadby a výsadby ve volné krajině jsou obecně velmi citlivé vůči chorobě (vlastnosti prostředí preferované mnoha přenašeči). V urbánním prostředí možno pěstovat odolné druhy jilmů. Ve volné krajině se vyvarovat rozsáhlých výsadeb jilmů zejména na citlivých stanovištích. Jilmy je vhodné sázet jednotlivě a ve směsích s ostatními taxony, případně pouze v malých skupinkách a v bezpečných vzdálenostech od sebe (kořenové srůsty; cca 10 m). Pokud možno, výsadby by měly být umístovány dovnitř porostů či na severní okraje a expozice; velmi rizikové jsou jižní, osluněné okraje. Při zjištění choroby musí ihned následovat odstranění napadených jedinců (včetně pařezů) a výsadeb za přísných sanitárních opatření a bezpečné likvidace materiálu, protože hrozí značné riziko rozšíření choroby do okolí. Preventivní odstraňování jedinců ve špatném zdravotním stavu a zdravotní řez (provádět v období mimo aktivitu brouků, lze zvážit odkornění jako preventivní opatření).

U cenných jedinců a výsadeb je velmi důležitá každoroční (a opakovaná) kontrola přítomnosti symptomů a případný včasný zásah. V případě rozvinutí choroby je nutná přesná determinace příčiny (možnosti záměny, možné napadení pouze bělokazy) a určení vstupního místa napadení (zralostní či agregáčnící žír), rozsahu a délky napadení, a tedy určení možného zásahu. Při agregáčním žíru (stejně tak při infekci kořenovými srůsty) je pravděpodobnost záchrany jedince prakticky nulová a je nutné jej odstranit za přísných sanitárních opatření (dezinfekce nářadí a techniky, ošetření dříví insekticidem, insekticidní síť, urychlená bezpečná likvidace materiálu atp.). Při včasné zachytu lokální infekce (nejč. po zralostním žíru s poškozením do cca 15 % koruny) je možné provést hluboký zdravotní řez (průběžná dezinfekce nástrojů, kontrola vnitřních symptomů, řez hluboko do zdravého dřeva bez projevů zbarvení – pokud možno alespoň 2–3 m) a doprovodit jej chemickým ošetřením – injektáž fungicidu + insekticidu (viz Registr přípravků ÚKZÚZ; možný je např. thiophanate-methyl + abamektin; je velmi žádoucí schválit další přípravky se systemickým účinkem; možné je preventivní využití např. při blízkém

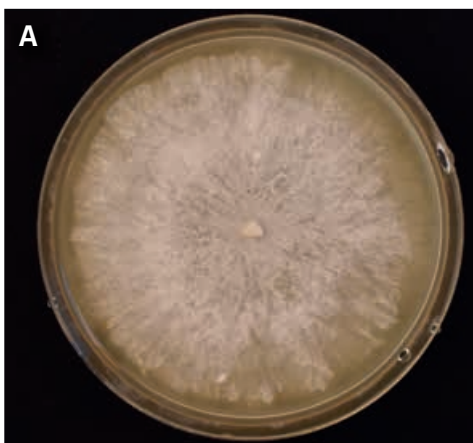
výskytu). Tyto operace musí proběhnout velmi rychle, protože existuje závažné riziko z prodlení, které může vyústit (a zpravidla i ústí) v neúspěch této poměrně nákladné operace. Ošetření přípravky (a kontrola) musí proběhnout i následující rok po řezu nejpozději koncem jara po odkvetu před rojením. Poučení odpovědných osob.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Udržovat nízké proporční zastoupení jilmu v lesích. Jilmy vysazovat a pěstovat jednotlivě či ve volných skupinkách ve směsích se stanovištně vhodnými taxony. Nevysazovat jilmy v lesních okrajích, na exponovaných místech, podél komunikací, na okrajích světlin atp. Možné je zvýšit podíl jilmů ve výmladkových lesích nebo ve spodní etáži středních lesů, perioda obmýtí by měla být max. 20 (30) let. Lesnické práce musí probíhat mimo aktivitu přenašečů, vhodné při teplotách pod nulou. Při výskytu choroby nekompromisní zásah za přísných sanitárních opatření a kontrola v dalších letech.

ZCHÚ. V L2.3 (i jinde) trvalé poškození stromového patra a biodiverzity navázané na jilmy. Velkým problémem je současná invaze *H. fraxineus* a dalších patogenů do již poškozených stanovišť a biotopů. Nezvyšovat podíl *Ulmus* spp. v horním stromovém patře, na vhodných lokalitách se zaměřit na pařezinové hospodaření a střední lesy s jilmy ve spodním patře.

Poznámka: Přes intenzivní šlechtitelské programy a dosažení jistých úspěchů (*U. minor*) nelze očekávat, že budou v brzké době komerčně dostupné odolné genotypy domácích taxonů. Existenci zdravých vzrostlých jedinců a výsadeb v krajině lze jednoduše vysvětlit poklesem populace hostitelů a přenašečů a tedy přirozeným úbytkem populace patogenu, a nikoliv existencí zdrojů rezistence v těchto výsadbách. Možnost záměny za verticiliové vadnutí (nejčastěji v kulturních habitatech).

Ophiostoma novo-ulmi. A: kolonie na agarovém médiu, B: zbarvení vnějšího xylému po sloupnutí pletiv, C: řez infikovanou větví jilmu – zbarvení vnějšího xylému, D: infekce větve po zralostním žíru, E: odumřelý jedinec po infekci při agregáčním žíru



3. 8. *Phytophthora alni*

České jméno: plíseň olšová

Platné vědecké jméno: *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk (2004)

Zařazení: Chromalveolata: Peronosporomycetes: Peronosporales

Vybraná synonymika:

Phytophthora alni subsp. *alni* Brasier & S.A. Kirk (2004)

Phytophthora alni subsp. *multiformis* Brasier & S.A. Kirk (2004)

Phytophthora alni subsp. *uniformis* Brasier & S.A. Kirk (2004)

Phytophthora ×*alni* (Brasier & S.A. Kirk) Husson, loos & Marçais (2016),

Phytophthora ×*multiformis* (Brasier & S.A. Kirk) Husson,

loos & P.Frey (2016)

Phytophthora uniformis (Brasier & S.A. Kirk) Husson,

loos & Aguayo (2016)

Popis druhu

Hybridogenní roj sestávající se ze tří linií validně popsanych na úrovni poddruhu. Z hlediska epidemiologického je nejvýznamnější nominální poddruh (*P. alni* subsp. *alni*), který je aloploidní hybrid druhých dvou taxonů. Na populaci druhu v ČR se podílí z cca 92 %, zbytek je tvořen populací *P. alni* subsp. *uniformis*; výskyt třetího taxonu na území ČR je pravděpodobný, z hlediska epidemiologického ovšem nevýznamný. *P. alni* subsp. *alni* je půdní homothalická plíseň vytvářející homogenní, někdy laločnaté kolonie s nízkým vzdušným myceliem; mycelium je hyalinní, bez přehrádek, rychlost růstu v kultuře (agarové médium V8A) při 20 °C cca 8 mm/den. Pohlavní orgány a spory vytváří běžně, oogonia jsou kulovitá cca 28–55 µm s ornamentovanou stěnou, anteridia obvykle amfigynní válcovitá 22–31×12–20 µm, oospory tlustostěnné kulovité o průměru 18–27 µm, zoosporangia semipapilární, neopadavá, nejčastěji elipsoidní (cca 38–65×25–41 produkující četné bičíkaté spory, chlamydospory se netvoří. Růstové teploty: minimum 6 °C, optimum 23–25 °C a maximum 33 °C. Populace poddruhu *P. alni* subsp. *alni* se skládá z desítek genotypů, přičemž nejběžnější (označovaný jako Pxa-1) je zároveň nejvíce patogenní. V důsledku hybridního původu a nestability meiózy je velký podíl oospor neživotaschopných, běžně rovněž dochází ke ztrátě heterozygosity a pravděpodobně i fitness.

Choroba a typické symptomy

P. alni je typický hemibiotrof s iniciální biotrofní a následující nekrotrofní fází. Patogen způsobuje hnilobu kořenů a krčků hostitele. Napadené drobné kořeny hnědnou a černají a jsou (v linii břehu) rychle odlamovány a odnášeny při vyšších vodních stavech. Silnější odumřelé kořeny jsou zčernalé, nekróza pletiv krčku je často doprovázena výtoky oranžových až inkoustově zbarvených pigmentů v prasklinách borky, žloutnutím, vadnutím a řídnutím olistění a postupným chřadnutím napadených jedinců. Choroba je často letální, jedinci přeživší infekci mají často výrazně poškozené koruny a otevřené rány na bázích s odhaleným dřevem, které je často kolonizováno rezavcem lesknavým *Inonotus radiatus* a v důsledku rozvoje hniloby dochází ke zlomům a pádům.

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen patří mezi tzv. půdní zástupce rodu a běžně se šíří vodními toky a půdní vodou. Zoospory volně unášené vodou aktivně vyhledávají kořeny a krčky hostitele a kolonizují je, nejnebezpečnější je přímá in-

fekce krčků hostitelů. Patogen je na delší vzdálenosti zavlékán spolu se školkařským materiálem a pravděpodobně spolu s násadou ryb, může se dále šířit při převozu kontaminovaného materiálu a je na kratší vzdálenosti přenášen hospodářskými zvířaty a pravděpodobně i divokou zvěří. K odumření hostitele může dojít už několik let po infekci. Mycelium patogenu je schopno přežívat nízké teploty na kořenech v půdě případně pod silnějšími krycími pletivy více vzrostlých hostitelů. Vlastní poškození se nejrychleji rozvíjí v létě a na podzim. Patogen intenzivně sporuluje na pletvech hostitele a velmi rychle se šíří. Choroba je typicky polycyklická s tím, že velmi rychle bývají napadeny rozsáhlé porosty, zejména podél vodních toků nebo v průběhu povodní – v západní polovině území hlavní vlna šíření proběhla během a po povodních v r. 2002. Šíření v půdě (půdní vodou) je poměrně pomalé. Nejintenzivnější rozvoj choroby se objevuje v oblastech s vysokou dostupností vody, hustou sítí vodních toků a vysokým podílem olše v břehových porostech. Nejsušší oblasti území jsou pro patogen méně vhodné.

Původ a rozšíření

Původ: První rodičovský taxon (*P. a. uniformis*) je původní na západě Severní Ameriky. Pravděpodobně v druhé polovině 20. století byl zavléčen do Evropy, kde hybridizoval (v lesní školce) s druhým rodičovským taxonem (*P. a. multiformis*) a spolu s výsadbovým materiálem unikl do prostředí. K hybridizaci dochází opakovaně. Z Evropy první nálezy pocházejí z r. 1993 z Anglie, v následujících letech byl patogen zjištěn v řadě zemí západní, severní, střední a jižní Evropy. V Německu je první výskyt odhadován už v 80. letech minulého století.

Zavléčení do ČR: v ČR poprvé potvrzen v břehových porostech na Chodovském potoce u Karlových Varů v r. 2001. V té době byly olše s typickým poškozením pozorovány na velké části území Čech a brzy byl izolačně potvrzen plošný výskyt patogenu v řadě oblastí. Velmi pravděpodobně chřadnutí olší udávané 80. a 90. letech v jižních Čechách (Jančařík 1993) bylo tímto patogenem způsobeno (a přímo souvisí s výskytem v sousedním Rakousku). Lze předpokládat (přímý důkaz chybí), že se patogen na území ČR rozšířil spontánně vodními toky ze sousedních již kolonizovaných oblastí v přilehlých územích Německa a Rakouska např. v povodích Ohře a Lužnice.

Status v ČR: zdomácnělý, ve východní části území (jv. Morava, Slezsko) zdomácnělý a šířící se.

Rozšíření v ČR: hojný. Známe ze školkařských provozů, okrasné zeleně a krajinářských parků, výsadeb mimo les, břehových a lesních porostů. Výskyt udáván od nížin do hor (maximum cca 900 m n. m. Šumava).

Význam v ČR: kritický, způsobuje poškození a rozvrácení břehových porostů a biotopů s vysokou hladinou podzemní vody a s vysokým podílem olše; v L2.2 spolu s *Hymenoscyphus fraxineus* nevratné změny biotopu. V invadovaných porostech lze předpokládat trvalé zamoření s minimální možností eradikace. Škody v břehových porostech se pohybují v řádu mld. Kč. V břehových porostech dochází k plošné spontánní náhradě olší vrbami.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je oligofág olší. Evropské druhy jsou vůči patogenu všechny velmi citlivé.

Potvrzení hostitelé v ČR: Z ČR znám z *Alnus glutinosa* a *A. incana*. Výskyt na *Duschekia alnobetula* udáván není, je ale pravděpodobný.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny olše jsou citlivé, všechny biotopy a porosty s olšemi mohou být invadovány. Největší riziko škod hrozí ve vlhčích polohách, pánvích a méně členitých krajinných typech, v oblastech s vysokou hustotou vodních toků, vysoko položenou hladinou podzemní vody od nížin do hor atp.

Velmi citliví původní hostitelé: *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Duschekia alnobetula*.

Velmi citlivé lesní biotopy: L1, L2.2, L2.1 (v případě vysoké hladiny podzemní vody).

Příklady ZCHÚ s významným výskytem patogenu: CHKO Třeboňsko, NP Šumava, NPR Blanice, NPP Peklo, PP Vltavský luh, PP Moravská Dyje (destrukce olšin, jasanových olšin a břehových porostů) a mnohá další ZCHÚ s významným podílem L1 či L2.2 a v některých případech i L2.1.

Možnosti ochrany

Klíčová jsou preventivní opatření – je nutno předcházet zavlečení patogenu v průběhu umělé obnovy kontaminovanými sazenicemi. Vzhledem k plošnému rozšíření patogenu a vazbě patogenu a jeho hostitele na prostředí s nadbytkem vody jsou ochrana a opatření na invadovaných stanovištích velmi problematické. V dlouhodobě osídlených oblastech musí dojít ustavení nové rovnováhy mezi populacemi hostitele a patogenu. Na podmáčených lokalitách výrazné zvýšení provozně bezpečnostních rizik.

Dřeviny mimo les. Velmi významná je prevence, tzn. minimalizace rizika zavlečení patogenu spolu s kontaminovanými rostlinami do výsadeb – klíčové v izolovaných dosud zdravých porostech. V případě okrasných výsadeb a cenných dřevin možné preventivní i kurativní (opakované) použití vhodných přípravků se specifickým účinkem vůči oomycetům (ú.l. fosfonáty; optimální aplikace injektáží v případě schválení ÚKZÚZ).

Odstranění odumírajících a více napadených dřevin. Při činnostech aplikovat vhodná sanitární opatření (dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, obuvi). Odstraněný materiál považovat za infekční (báze kmenů s aktivními lézemi) a zlikvidovat jej na lokalitě (spálit) nebo bezpečně odvézt (možná předchozí dezinfekce) a zlikvidovat na bezpečném místě. Odstraňování dřevin a další technické práce v napadených porostech provádět mimo období hlavní aktivity patogenu. Aplikace adekvátních hygienických opatření (dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, případně podrážek). Omezit provoz, zejména pojezdy těžkou technikou a další činnosti většího rozsahu. Poučit odpovědné osoby. Vyloučení obnovy olší po několik let. Po kontrole stavu možná dosadba z ověřeného zdroje či výsev semen.

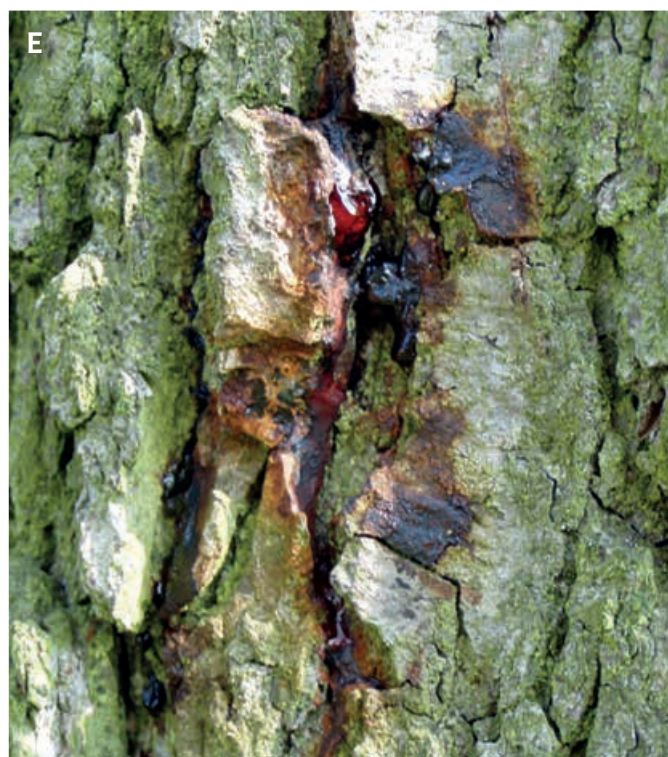
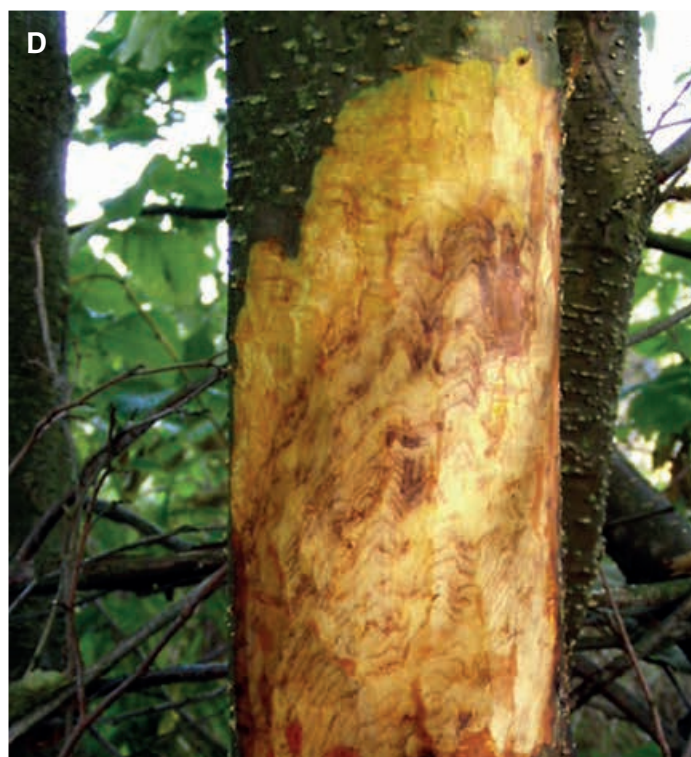
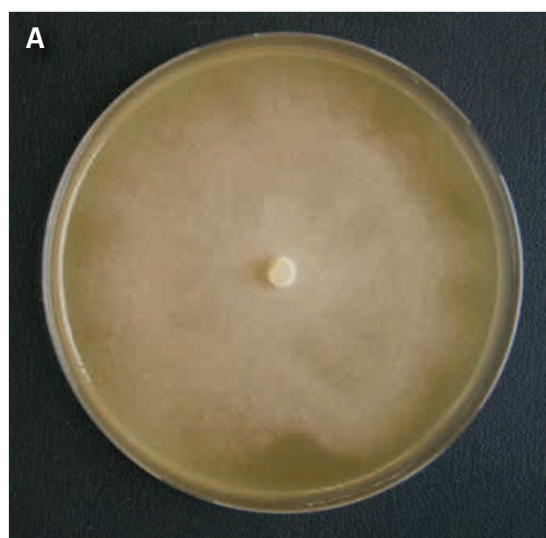
Břehové porosty. V břehových porostech dlouhodobě snížit podíl olše na max. 20 % porostu. Co nejvíce omezit podíl olše zejména v citlivých lokalitách a úsecích – tj. v břehové čáře, v úsecích s minimálním prouděním vody, s malým podélným sklonem na nízkých březích, v tišinách a málo proudných meandrech, v nadjezí, nadmostí, podhrází, ve výtopách rybníků atp. Olše rovněž nahrazovat tam, kde lze adekvátně užít jiné dřeviny nebo existuje funkční technické zpevnění. Podpora fenotypově odolných jedinců.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Vyloučení umělé obnovy olše nekvalitním (kontaminovaným) materiálem. V invazibilních (břehové a navazující porosty) a nejcitlivějších částech (deprese) minimalizovat podíl olše. Při zavlečení minimalizovat provoz na lokalitě a omezit další šíření patogenu do okolí. Informování návštěvníků atp. Před pracemi vhodné označit napadené jedince či části porostu (s aktivním výskytem patogenu), které by měly být zpracovávány s nejvyšší opatrností. Možné snížení zakmenění (zejména v nejvíce poškozených a citlivých částech porostů),

snížení podílu olše, negativní výběr, zkrácení obmýtí. Nutné lesnické práce provádět v obdobích minimální aktivity patogenu (zimní období od nástupu mrazů). Při a po práci dodržovat sanitární opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce techniky, nástrojů, obuvi apod. Minimalizovat pojezdy těžké techniky v napadených lesních porostech. Po práci v napadených porostech techniku očistit (dezinfikovat) před prací v porostech nenapadených (riziko zavlečení). Vytěžený materiál považovat za infekční (báze kmenů apod.) a ponechat či zlikvidovat jej na lokalitě (spálit), při transportu a uložení na skládkách v lese riziko šíření (doloženo v ČR). Při komplexnějších pracích vždy první zpracovávat zdravé úseky a porosty, později přejít do napadených. Poučení odpovědných pracovníků. Při obnově vyloučit olši, případně obnovovat jen v nejméně invazibilních částech porostů a úsecích. Možná úprava vodních poměrů stanoviště (obnova zanesených drenážek, citlivé zprůtočnění zanesených koryt).

ZCHÚ. V L1 a L2.2 lze očekávat rozsáhlé až plošné a trvalé poškození stromového patra, z dlouhodobé perspektivy lze předpokládat vytvoření mozaiky porostů různého věku a zdravotního stavu a výrazné zkrácení stáří porostů a intenzivní rozvoj keřového patra (*Prunus padus*) případně vysokých travin. Obecně vyloučit umělou obnovu olše. Snížení podílu olše v nejvíce invazibilních lokalitách a úsecích. Šíření v L1 závisí na hladině podzemní vody atp., často může mít choroba více chronický ráz s pomístně odumírajícími skupinami dřevin.

Poznámka: identická poškození způsobují i další druhy rodu, jejich podíl na celkovém poškození je ovšem minimální. Bližší informace k ochraně Černý et Strnadová (2016).



Phytophthora alni. A: kolonie na agarovém médiu, B: zoosporangia se vytvářejí ve vodním prostředí, C: odumírající kořínky napadené zoosporami mění barvu z růžové na šedočernou, D: patogen proniká do kmene, nekrotizuje vodivá pletiva, která jsou nápadná medovou až hnědavou barvou, E: vnějším projevem jsou barevné výtoky pigmentů uvolňované z rozložených pletiv a pronikající na povrch borky, F: koruny napadených stromů žloutnou a prosychají, stromy postupně odumírají, H: odumřelé kořenové systémy přestávají chránit břeh, který postupně eroduje, I: odumřelá olšina



3. 9. *Phytophthora cinnamomi*

České jméno: plíseň skořicovníková

Platné vědecké jméno: *Phytophthora cinnamomi* Rands 1922

Zařazení: Chromalveolata: Peronosporomycetes: Peronosporales

Popis druhu

Půdní heterotalická plíseň vytvářející charakteristické homogenní až lehce růžovité bělavé kolonie s hustým vlnatým vzdušným myceliem. Oogonia jsou kulovitá, měří cca 40–49 µm, anteridia amfigynní, válcovitá, 18–26×19–23 µm, oospory tlustostěnné kulovité o průměru 37–45 µm, zoosporangia oválná, cca 37–57×28–41 µm, produkující četné bičíkaté spory; významná a běžná je produkce kulovitých či nepravidelných odpočívajících tlustostěnných chlamydospor (39–53 µm). V ČR bude převažovat nepohlavní rozmnožování a šíření. Minimální teplota růstu je 5 °C, maximální 32 °C a optimum 25–28 °C. Růst při 20 °C je 7 mm/den na V8A.

Choroba a typické symptomy

P. skořicovníková se podle podmínek prostředí chová jako nekrotrof nebo hemibiotrof s iniciální biotrofní a posléze nekrotrofní fází. P. skořicovníková způsobuje hnilobu kořenů a krčků dřevin, vzácně (např. u vřesovcovitých) také vadnutí, černání a usychání výhonů. V podmínkách ČR lze předpokládat převahu kořenových hnilob. Hniloba kořenů se projevuje postupným žloutnutím olistění, vadnutím, úbytkem olistění, prosycháním a chřadnutím. Na krčcích se na povrchu kůry nad nekrotizovanými pletivy vyvíjejí charakteristické výtoky rezavých, hnědavých až černavých pigmentů. Je možná záměna za choroby způsobované ostatními druhy rodu, pro potvrzení druhu je nutná izolace a/nebo molekulární determinace. Choroba je často letální, patogen způsobuje závažná poškození hostitelských rostlin i celých porostů a společenstev a rozpad ekosystémů (např. jz. Austrálie). Celosvětově jeden z nejvíce nebezpečných patogenů rostlin.

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen je výrazně teplomilný (optimum růstu mycelia 20 až 30 °C), nízké teploty přežívá obvykle pouze v hlubších vrstvách půdy. Předpovědní modely rozšíření zahrnující globální oteplování předpokládají do budoucna přesun hlavních ohnisek onemocnění do vyšších nadmořských výšek, v Evropě pak postupné rozšiřování areálu dále na sever a východ. Optimální pH je 5–6,5, vyhovují mu mělké a chudé půdy (leptosoly, fluvisoly) s nízkou mikrobiální aktivitou, nižším obsahem kyslíku a s vyšším obsahem jílu. Patogen se spontánně šíří vodou (voda v půdních pórech, drenáže, vodoteče, záplavové oblasti, stagnující voda) pomocí bičíkatých zoospor, které aktivně vyhledávají pletiva hostitele. Vyšší pravděpodobnost rozvoje choroby je na dnech údolí a spodních částech svahů, v okolí vodotečí. Rychlost spontánního šíření se pohybuje ročně v desítkách až stovkách metrů. Na dlouhé vzdálenosti se šíří infikovanými rostlinami (umělá obnova), vodními toky, kontaminovanou technikou, na podrážkách bot (turistika atp.), pohybem zvěře, typicky se šíří podle komunikací, vodních toků atp. zejména ve vlhčích obdobích. Nepříznivé období přetrvává pomocí odpočívajících spor (chlamydospor), které mohou přežít v půdě za vhodných podmínek po řadu let. Eradikace patogenu ze zamořených ploch je velmi obtížná až nemožná.

Původ a rozšíření

Původ: kryptogenní, pravděpodobně horské oblasti jv. Asie, do Evropy zavlečen pravděpodobně během objevitelských plaveb spolu s exotickým rostlinným materiálem, první doložený výskyt: 2. polovina 19. století v mediteránu na kaštanovníku setém, dnes zejména škodí v teplomilných acidofilních doubravách jižní Evropy a v plantážích kulturních rostlin (kaštanovníky, olivovníky). V Evropě se zvyšuje aktivita a rozšiřuje areál patogenu s postupující klimatickou změnou. Patří mezi 100 nejvíce invazních organismů světa.

Zavlečení do ČR: první doložený výskyt 2007, střední Čechy, zahradnictví, přežívá stabilní mikropopulace, pravděpodobně byl zavlečen podstatně dříve.

Status v ČR: šířící se, opakovaně zavlečen s okrasným materiálem. Velmi pravděpodobně v současné době zavlečen do lesního prostředí spolu s výsadbovým materiálem.

Rozšíření v ČR: roztroušeně po celé oblasti státu, s jistotou potvrzen výskyt pouze v kulturních biotopech: zahradnická centra, zahradnictví, skleníky, okrasné výsadby a zahrady, lesnická školka; dlouhodobě přežívají stabilní lokální populace.

Význam v ČR: potenciálně kritický. Po zavlečení a zdomácnění je schopen způsobit poškození a odumírání citlivých dřevin, porostů a biotopů. V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření bez možnosti úspěšné eradikace. Možnosti ochrany jsou vzhledem k širokému hostitelskému spektru omezené.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je extrémní polyfág, celosvětově je udáváno přes 5000 známých hostitelů, spektrum hostitelů nedokonale známo.

Potvrzení hostitelé v ČR: většinou okrasné rostliny kulturních biotopů (*Buxus sempervirens*, *Camellia japonica*, *Gaultheria procumbens*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Pieris japonica*, *Rhododendron* spp., *Sarracenia alata*, *Vaccinium* spp.), opakovaně izolován i z *Fagus sylvatica* (lesní školka).

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny původní taxony dřevin v ČR jsou pravděpodobně citlivé. Všechny lesní biotopy a většina biotopů s keříčkovitými dřevinami jsou citlivé. Největší riziko zdomácnění a škod vzhledem k ekologii patogenu hrozí v termofytiku v doubravách na kyselých až neutrálních půdách, případně v bučinách. Vodní stres může zvyšovat citlivost stromů vůči chorobě. Velmi citlivé jsou keříčkovité biotopy s vřesovcovitými.

Velmi citliví původní hostitelé: *Fagus sylvatica*, *Quercus* spp., *Juniperus communis*, *Taxus baccata*, *Calluna vulgaris*, aj.

Velmi citlivé lesní biotopy: L2.1, L5.1–4, L6.2, L7.1, L7.3, L7.4, L8.1, L9.1–3, L10.1–4; Velmi citlivé nelesní biotopy: A1.1, A2.1, A2.2, A4.1, A6, T8.1, T8.2, T8.3, R2.3, R2.4, R3.3.

Příklady ZCHÚ s možným budoucím významným výskytem patogenu: na základě predikce lze kvalifikovaně odhadnout, že větší impakt může být očekáván v biotopech L7 a dále L5 případně i L6 v termofytiku a mezofytiku, zejména na kyselejších až neutrálních substrátech. Největší problémy při zavlečení lze tak očekávat např. v NP Podyjí, NP České Švýcarsko, CHKO Labské pískovce, Kokořínsko a Máchův kraj, Český ráj, Třeboňsko a v dalších.

Možnosti ochrany

Klíčová jsou preventivní opatření – je nutno předcházet zavlečení patogenu na stanoviště, přičemž riziková je umělá obnova a obecně výsadby dřevin. V případě cenných citlivých biotopů (zejm. acidofilní doubravy v termofytiku) lze při výskytu možného rizika zavlečení doporučit vyloučení umělé obnovy a maximálně podpořit obnovu přirozenou. V případě

potřeby může probíhat obnova ze semen. Pokud bude využit výsadbový materiál, musí být zaručena nezávadnost a produkce za kontrolovaných podmínek.

Dřeviny mimo les. Napadenou výsadbu izolovat a omezit pohyb v okolí, instalovat informační cedule pro veřejnost. Odstranění odumírajících a napadených dřevin. Při činnostech aplikovat vhodná sanitární opatření (dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, obuvi). Odstraněný materiál považovat za infekční (zejména báze kmenů) a zlikvidovat jej na lokalitě (spálit) nebo bezpečně odvézt (dezinfekce) a zlikvidovat na bezpečném místě. Adekvátní použití (opakované) vhodných přípravků se specifickým účinkem vůči oomycetům (viz Registr přípravků; optimální je cílená injektáž fosfonáty, pokud bude schválena) zejména k izolaci ohniska choroby; dezinfekce půdy. Poučit odpovědné osoby. Vyloučení citlivých dosadů v místě po několik let. Opakovaná kontrola infestace pod dohledem odborníků a kontrolní odběr vzorků.

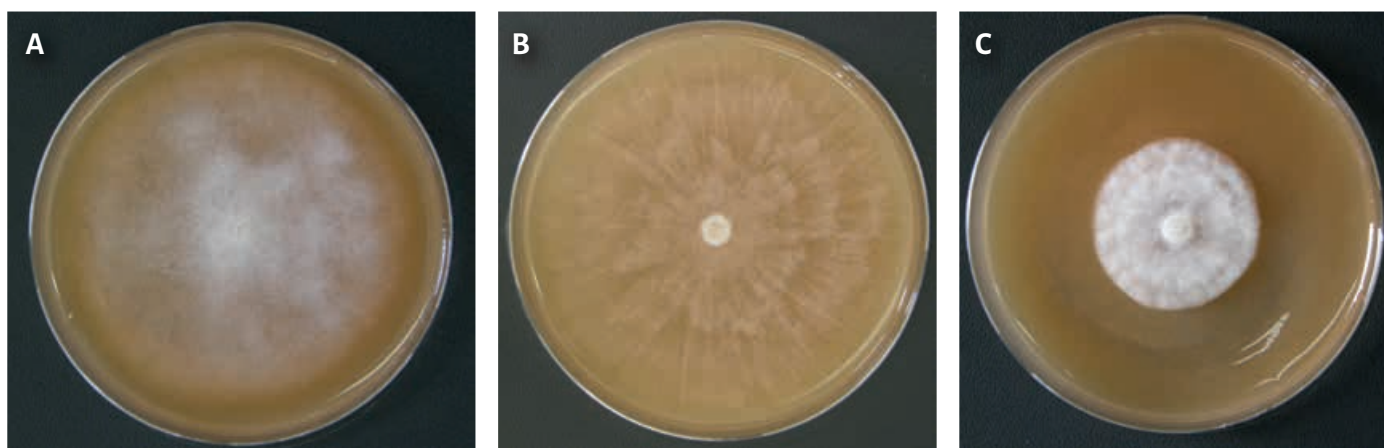
Přírodní biotopy. V případě potvrzení výskytu v přírodním prostředí (lesní porosty, keřová vegetace) identifikovat rozsah kontaminace a okraj ohniska. Minimalizovat provoz na lokalitě a uzavřít ji pro veřejnost (případně instalovat přechody s dezinfekcí a informační cedule); zabránit dalšímu šíření patogenu do okolí. Vytvořit ochranný izolační pás bez přítomnosti citlivých hostitelů (dřevin) – možné odstranění citlivých jedinců na okraji ohniska a dle možnosti zatření pařezů vhodným biocidním přípravkem. Nutné lesnické práce provádět v obdobích minimální aktivity patogenu (zimní období od nástupu mrazů).

Při a po práci dodržovat sanitární opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce techniky, nástrojů, obuvi apod. Vytěžený materiál považovat za infekční (báze kmenů apod.) a zlikvidovat jej na lokalitě (spálit) nebo v případě omezeného ohniska či zvýšených požárních rizik bezpečně odvézt (možná dezinfekce), uložit a zlikvidovat (spálit). Vyloučit umělou obnovu, omezit přirozenou obnovu v ohnisku a v izolačním pásu ohniska. V případě stabilizace stavu možná dílčí a opatrná obnova méně citlivých taxonů. Poučení odpovědných pracovníků. Konzultace a další postup ve spolupráci s odborníky, dlouhodobý dohled a kontrolní odběry.

ZCHÚ. Na stanovištích s vyšším podílem citlivých dřevin a prostředím vhodným pro rozvoj choroby lze očekávat významné až plošné trvalé poškození stromového patra s minimální možností eradikace. Klíčová jsou preventivní opatření, zejména omezení umělé obnovy citlivých biotopů a stanovišť. V případě podezření je vhodné situaci řešit s odborníky.

Poznámka: možnost záměny za další druh rodu způsobující choroby s identickými symptomy.

Pro detailní možnosti omezení šíření postupu infekce viz Wilson et al. (2005), O’Gara et al. (2005a, b) a další.



Phytophthora spp. A: kolonie *P. cinnamomi* na agarovém médiu, B: *P. plurivora*, C: *P. ramorum*





Symptomy napadení dřevin patogeny z r. *Phytophthora*. D: Typické projevy poškození náběhu *Fagus sylvatica* – výtoky pigmentů na borce a nekrotizovaná vodivá pletiva (*P. cambivora*), E: charakteristické symptomy napadení se objevují i vysoko na kmeni (zde *P. plurivora*), F: nekrotizovaná vodivá pletiva a výtoky pigmentů na borce *Acer pseudoplatanus* (*P. cambivora*), G: charakteristické napadení krčku mladého exempláře *Taxus baccata* (*P. pini*), H: smolotok na větvi *Larix decidua* odumřelé po ataku druhem *P. ramorum*, I: typické heterogenní poškození koruny *Larix decidua* (opět *P. ramorum*), kdy k infekcím dochází vysoko v koruně, J: fytoftorová hniloba krčku a kořenů způsobená půdními druhy se projevuje chlorotizací a řídnutím olistění v celém objemu korun (*P. plurivora* na *F. sylvatica*) a poté rychlým odumřením celého objemu koruny (K: *P. cactorum* na *Populus alba*), L: rozvoj choroby po povodních v lužním lese (*P. plurivora* na *Acer platanoides*) – charakteristické výtoky pigmentů nad nekrotizovanými pletivy
Pozn.: symptomy poškození dřevin druhu r. *Phytophthora* jsou identické či velmi podobné.

3. 10. *Phytophthora plurivora*

České jméno nemá.

Platné vědecké jméno: *Phytophthora plurivora*
T. Jung & T. I. Burgess (2009)

Zařazení: Chromalveolata: Peronosporomycetes: Peronosporales

Popis druhu

Vyčleněn ze širšího dobře známého druhu *P. citricola* Sawada (1927) v r. 2009. Půdní homothalická plíseň vytvářející charakteristické paprscitě až chrysantémovitě bělavé kolonie s řídkým a přitisklým vzdušným myceliem; mycelium je nepřehrádkované, hyalinní, rychlost růstu v kultuře při 20 °C 6.3 mm/den (agarové médium V8A). Pohlavní orgány a spory tvoří běžně, oogonia jsou kulovitá cca 23–28 μm, anteridia obvykle paragynní válcovitá 9–13 × 6–10 μm, oospory tlustostěnné kulovité o průměru 21–26 μm, zoosporangia semipapilární, neopadavá, nejčastěji ovoidní (cca 34–52 × 23–36 produkující četné bičíkaté spory, chlamydospory se netvoří (jako trvalá stádia slouží oospory). Růstové teploty: minimum 5 °C, optimum 25 °C a maximum 32 °C.

Choroba a typické symptomy

P. plurivora je typický hemibiotrof s iniciální biotrofní a následující nekrotrofní fází. Typické příznaky infekce *P. plurivora* jsou velmi obdobné jako u jiných půdních fytoftor, tj. hniloby kořenů, hniloby kořenové korunky a krčku a báze kmene. Napadení se může objevit i poměrně vysoko na kmeni stromu (i více než 10 m). Na povrchu borky nad nekrotizovanými pletivými se vytvářejí charakteristické výtoky rezavých, hnědavých až černavých pigmentů v jazykovitých protáhlých formacích. V korunách napadených dřevin se pak může objevit žloutnutí olistění, vadnutí, zmenšení listů, prosychání a chřadnutí. Choroba, pokud dojde k infekci krčku (často druhy rodů *Fagus*, *Acer*, *Tilia*, *Alnus*), je obvykle letální. U vřesovcovitých často dochází i k infekci nadzemních částí, které se projevují rovněž vadnutím, černáním a usycháním výhonů. Je možná záměna za choroby způsobované ostatními druhy rodu (relativně běžně v lesním prostředí se u nás objevuje zejména *P. cambivora* (p. buková), ale také *P. cactorum* (p. kaktusová), *P. gonapodyides*, *P. multivora* a *P. cryptogea* a mohou se objevit i další druhy. Pro potvrzení druhu je nutná molekulární determinace, ale zpravidla to není nutné, protože průběh chorob a impakt patogenů jsou identické či velmi podobné.

Ekologie a epidemiologie choroby

P. plurivora se vyskytuje na široké škále půd (šterko-hlinité, písčito-hlinité, hlinité, bahnitě nebo jílovité) obvykle bohatých na bazické kationty s pH v rozmezí hodnot od 3,5 do 7,5 s významnou inklinací k bazickému podloží (vápence, morénové sedimenty, nivy, flyš, spraš, gabro, rula, břidlice; méně často pískovce a jílovce). Na kyselejších substrátech se častěji objevuje spíše plíseň buková. Patogen je spíše mezofilní, v přírodním prostředí běžně přežívá i chladnější zimy (např. ve formě oospor). V bavorských Alpách je rozšíření tohoto druhu limitováno nadmořskou výškou 870 m. Vyhovují mu mělké a chudé půdy (leptosoly, fluvisoly) s nízkou mikrobiální aktivitou, nižším obsahem kyslíku a s vyšším obsahem jílu. Patogen se spontánně šíří vodou (voda v půdních pórech, drenáže, vodoteče, záplavové oblasti, stagnující voda) pomocí bičíkatých zoospor, které aktivně vyhledávají pletiva hostitele. Vyšší pravděpodobnost rozvoje choroby je na dnech údolí

a spodních částech svahů, v okolí vodotečí. Na dlouhé vzdálenosti se šíří infikovanými rostlinami (umělá obnova), vodními toky, kontaminovanou technikou, na podrážkách bot (turistika atp.), pohybem zvěře, typicky se šíří podle komunikací, vodních toků atp. zejména ve vlhkých obdobích. Nepříznivá období přetrvává pomocí pohlavních spor (oospor), které mohou přežít v půdě za vhodných podmínek po řadu let. Eradikace patogenu ze zamořených ploch je velmi obtížná až nemožná.

Původ a rozšíření

Původ: kryptogenní druh s několika liniemi vyskytující se po celém světě; původní areál neznámý, pravděpodobně pochází z východní Asie, kde byl opakovaně izolován z dřevin, lesních půd a vodních toků v horských oblastech (např. temperátní, listnaté, sezónně suché horské lesy Taiwanu) od tropů až po mírný pás. V Evropě pravděpodobně nepůvodní, zdomácnělý a dnes v mírném pásu jeden z nejrozšířenějších a nejvíce nebezpečných patogenů rostlin vůbec.

Zavlečení do ČR: do ČR zavlečen pravděpodobně hluboko v minulém či spíše předminulém století, první nejistý doklad pravděpodobně až z r. 1959 minulého století z citrusů dovezených z Turecka (nejisté taxonomické zařazení uvnitř *P. citricola* s.l.), molekulárně s jistotou doložen 2006 z *Rhododendron* spp. na několika místech státu. V době první determinace byl již naturalizován a plošně rozšířen na velké části území ČR.

Status v ČR: zdomácnělý, invazně se šíří v lesních porostech a biotopech, břehových porostech atp. Běžně zavlékán s okrasným i ovocným školkařským materiálem. Běžně zavlékán do lesního prostředí spolu s výsadbovým materiálem z lesních školek. Spontánně se šíří vodními toky, jejich okolí je mnohdy plošně obsazeno.

Rozšíření v ČR: hojný v nižších a středních polohách celé ČR (133–611 m n. m.). Hojný v kulturních biotopech (zahradnictví, školkařské provozy, okrasné výsadby, městská zeleň apod.). Hojný v břehových a doprovodných porostech, v oblastech lužních lesů. Běžný v L2.2. a zejména L2.3, kde se spontánně šíří půdní vodou. Je zavlékán do mezofilních lesů, zejména některých biotopů vlhkých či bazofilních až mezofilních dubohabřin a bučin (L3, L5), kde představuje značné riziko na utužených a hůře propustných půdách (typicky např. luvisoly, pseudogleje), v kyselejších variantách se více šíří *P. cambivora*.

Význam v ČR: významný a v citlivých biotopech potenciálně kritický. Způsobuje poškození a odumírání citlivých původních dřevin, porostů a biotopů. V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření bez možnosti úspěšné eradikace. Možnosti ochrany jsou vzhledem k širokému hostitelskému spektru a biologii patogenu velmi omezené. V současnosti představuje pravděpodobně největší riziko zavlečení patogenu do biotopů bučin.

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je extrémně polyfág, hostitelské spektrum je vzhledem k taxonomickým nejasnostem nedokonale známo. Je udáváno přes 200 známých hostitelů, dřtivá většina našich původních dřevin je vůči patogenu více či méně citlivá.

Potvrzení hostitelé v ČR: Lesní dřeviny: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Q. rubra*, *Salix fragilis*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos* a další.

Ostatní hostitelé: *Abies* spp., *Anemone* sp., *Buxus sempervirens*, *Malus domestica*, *Picea omorika*, *Pieris floribunda*, *Pinus mugo*, *P. strobus*, *Prunus cerasifera*, *P. cerasus*, *P. domestica*, *Rhododendron* spp., *Syringa vulgaris*, *Thuja occidentalis*, *Vaccinium corymbosum* a další.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: Všechny původní taxony dřevin v ČR jsou pravděpodobně do větší či menší míry citlivé. Všechny mezofilní lesní biotopy s dominujícími listnatými dřevinami a většina biotopů s keříčkovitými dřevinami jsou citlivé. Největší riziko zdomácnění a škod vzhledem k ekologii patogenu hrozí v termofytiku a mezofytiku v lužních lesích (ty již plošně obsazeny), ve vlhčích dubohabřinách a bučinách.

Velmi citliví původní hostitelé: *Abies alba*, *Acer* spp., *Alnus* spp., *Calluna vulgaris*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* spp., *Tilia* spp. aj.

Velmi citlivé lesní biotopy: L2.1, L2.2., L3.1–4, L4, L5.1–4, L6.2, L6.4., L7.1–4 a další.

Velmi citlivé nelesní biotopy: A1.1, A2.1, A4.3, A6, T8.2, T8.3 a další.

Příklady ZCHÚ s možným budoucím významným výskytem patogenu: na základě predikce lze kvalifikovaně odhadnout, že větší impakt může být očekáván v lesních biotopech L2, L5, L6, L3, L7 a dalších v mezofytiku a termofytiku. Biotopy L2.3 (Soutok, CHKO Litovelské Pomoraví aj.) jsou dnes plošně invadovány s významnými problémy projevujícími se zejména po povodních a např. i chronickým chřadnutím dubu. Budoucí problémy lze čekat zejména v biotopech L5 (dnes na počátku invaze) např. v CHKO Křivoklátsko, Kokořínsko, Český ráj, případně Bílé Karpaty, NP Podyjí a další.

Možnosti ochrany

Klíčová jsou preventivní opatření – je nutno předcházet zavlečení patogenu na stanoviště, přičemž riziková je umělá obnova a obecně výsadba dřevin. V případě cenných porostů citlivých mezofilních biotopů (zejm. bučiny, dubohabřiny) je vhodné vyloučit umělou obnovu, případně obnovu prostokořeným materiálem a maximálně podpořit obnovu přirozenou. V případě potřeby může probíhat obnova ze semen. Pokud bude využit výsadbový materiál, musí být zaručena nezávadnost a produkce za kontrolovaných podmínek. Minimalizovat pojezdy těžké techniky v lesních porostech (poškození kořenových systémů i krčků, narušení půdního povrchu, lokální utužení půdy a vznik vhodných mikrostanovišť pro patogen).

Dřeviny mimo les. Omezení provozu. Odstranění odumírajících a více napadených dřevin. Při činnostech aplikovat vhodná sanitární opatření (dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, obuvi). Odstraněný materiál považovat za infekční (báze kmenů) a zlikvidovat jej na lokalitě (spálit) nebo bezpečně odvézt a zlikvidovat na bezpečném místě. Omezit provoz, zejména pojezdy těžkou technikou a další činnosti většího rozsahu. Adekvátní použití (opakované) vhodných přípravků se specifickým účinkem vůči oomycetům, pokud je možné (viz Registr přípravků; optimální je cílená injekce fosfonáty, pokud bude schválena), zejména k izolaci ohniska choroby případně k léčení významných jedinců. Poučit odpovědné osoby. Vyloučení dosadby citlivých taxonů po několik let. Dosadba z ověřeného zdroje. V případě možnosti kontrola a úprava vodních poměrů či závlahy.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. V případě potvrzení výskytu v cenných porostech v přírodním prostředí identifikovat rozsah kontaminace a okraj ohniska. Minimalizovat provoz na lokalitě; zabránit dalšímu šíření patogenu do okolí, vhodné informovat návštěvníky, případně i omezit návštěvnost. Možné odstranit napadené jedince, snížit zakmenění a vzájemnou kompetici (zejména v nejvíce poškozených a citlivých částech porostů). Nutné lesnické práce provádět v obdobích minimální aktivity patogenu (zimní období od nástupu mrazů). Při a po práci dodržovat sanitární opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce techniky, nástrojů, obuvi apod. Po práci v napadených porostech techniku očistit (dezinfikovat) před prací v porostech nenapadených (riziko zavlečení).

Vytěžený materiál považovat za infekční (zejm. spodní části kmenů) a ponechat či zlikvidovat jej na lokalitě (spálit) nebo v případě omezeného ohniska či zvýšených požárních rizik bezpečně odvézt (možná dezinfekce), uložit a zlikvidovat (spálit). Vyloučit umělou obnovu prostokořeným materiálem, omezit přirozenou obnovu citlivých taxonů v ohnisku a v izolačním pásu ohniska.

V případě stabilizace stavu možná dílčí a opatrná obnova méně citlivých taxonů. Umělou obnovu provádět pouze krytokořeným materiálem pěstovaným na vzduchovém polštáři. Dlouhodobě omezit možnosti šíření do zdravých porostů v okolí. Možnost vytvoření izolačních pásů méně citlivé vegetace. Poučení odpovědných pracovníků. Konzultace a další postup možný ve spolupráci s odborníky, dlouhodobý dohled a kontrolní odběry.

ZCHÚ. V biotopech a porostech s vyšším podílem citlivých dřevin – zejména *Fagus sylvatica* (!) lze očekávat zavlékání a zdomácňování patogenů (dnes obvykle na počátku invaze). V případě zdomácnění je eradikace prakticky nemožná a hrozí trvalé poškození porostů a komplikovaný management. Klíčová jsou preventivní opatření, zejména omezení umělé obnovy v citlivých biotopech a stanovištích. V případě podezření je vhodné situaci řešit s odborníky.

Poznámka: možnost záměny za další druhy rodu způsobující choroby s identickými symptomy (přístup identický). Typická součást tzv. forest decline (chřadnutí lesů, zejména chřadnutí lužních lesů). Možná záměna symptomů v počáteční fázi poškození za tzv. AOD (acute oak death) a poškození podobného typu vyvolávaná primárně podkorním hmyzem (např. *Agrilus biguttatus*) a projevujícím se lokálním výtokem pigmentů – běžně zejména na dubu a buku. V prvních fázích poškození buku jsou symptomy poškození podobné jako u *Biscogniauxia nummularia*.

3. 11. *Phytophthora ramorum*

České jméno nemá.

Platné vědecké jméno: *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man in 't Veld, (2001)

Zařazení: Chromalveolata: Peronosporomycetes: Peronosporales

Popis druhu

Heterotalický druh známý dosud ve čtyřech liniích (EU1 a EU2, NA1 a NA2). Kolonie jemně růžicovité s hustým plstnatým hyalinním, coenocytickým, vzdušným myceliem. Pohlavní orgány a spory vytváří běžně, oogonia jsou kulovitá cca 31 µm v průměru, anteridia obvykle amfigynní válcovitá 18×15 µm, oospory tlustostěnné kulovité o průměru cca 28 µm, zoosporangia na sympodiálních sporangioforech, opadavá, elipsoidní až oválná (o rozměrech v průměru cca 56×27 µm), chlamydospory kulovité měřící v průměru 49 µm. Růstové teploty: minimum 2 °C, optimum 20 °C (rychlost růstu v kultuře při 20 °C 3,9 mm/den; agarové médium V8A) a maximum 28 °C.

Choroba a typické symptomy

P. ramorum je jako další druhy rodu typický hemibiotrof s iniciální biotrofní a následující nekrotrofní fází. Patogen je schopen způsobovat jak hniloby kořenů a krčků typické pro „půdní“ druhy r. *Phytophthora* (hniloba kořenů a krčků doprovázená případně výtoky pigmentů na borce, žloutnutím a usycháním olistění a postupným chřadnutím), tak i poškození nadzemních částí – právě poškození nadzemních částí je pro tento druh typické. Hyfy patogenu pronikají do nadzemních pletiv zpravidla průduchy, lenticelami a různými poraněními. Mezi typické příznaky patří nekróza listů a jehlic, usychání výhonů a větví, nekróza vodivých pletiv větví a kmenů doprovázená výtoky pigmentů a někdy i smolením, odumírání jednotlivých drobnějších i kosterních větví a posléze odumírání částí korun i celých jedinců. Někdy se vytvářejí typické adventivní výhony. Typický je heterogenní rozvoj poškození v koruně, často jsou již některé části odumřelé, zatímco jiné mohou být bez poškození či jen s menšími projevy poškození. Na některých taxonech se ve větší míře objevuje spíše poškození olistění, zatímco na jiných dochází častěji k nekróze kůry (*Fagaceae*, *Larix decidua*) nebo se objevují oba typy poškození (např. *Ericaceae*).

Ekologie a epidemiologie choroby

Patogen patří mezi tzv. aerofytické (air-borne) zástupce rodu, kteří převážně parazitují na nadzemních orgánech rostlin a mohou se šířit vzduchem. *P. ramorum* produkuje velké množství zoosporangií, která se vytvářejí především na listech a výhonech citlivých hostitelů. Zoosporangia se snadno odlamují a šíří se vzduchem, při dopadu pak buď klíčí hyfou, nebo za vysoké vlhkosti vzduchu z nich vyřejdí zoospory. Rychlost spontánního šíření choroby v porostu je poměrně malá (obvykle několik set metrů ročně), ve srážkově extrémních letech to však může být až 3–5 km za rok. Šíření je výrazně ovlivňováno strukturou porostu, přítomností hostitelů s vysokým sporulačním potenciálem (v našich podmínkách např. *Larix decidua*, *Vaccinium* spp. a další) a klimatickými faktory (teplota, srážky, vítr). K přenosu na delší vzdálenosti dochází pravděpodobně především infikovanými rostlinami, na mechanizaci apod. Spontánně se rovněž šíří vodou. Patogen je mezofilní – spodní teplotní hranice pro růst je 0 °C, při teplotách nižších než 0 °C je narušeno klíčení a produkce

chlamydospor. Optimum růstu je mezi 18 a 22 °C, horní hranice pro růst je 31 °C. Reprodukci a rozsah onemocnění zvyšuje delší doba ovlhčení listů (24–48 hod.), vyšší četnost dešťů a delší dešťová období případně období s horizontálními srážkami, protože zoosporangia se vytvářejí při 62% a vyšší relativní vlhkosti vzduchu. Při nízké vzdušné vlhkosti je šíření a klíčení zoosporangií výrazně omezeno. Význam nízkých teplot pro omezení přežívání patogenu je v podmínkách ČR minimální. Intenzivní rozvoj choroby lze očekávat v oblastech s vyššími srážkami (i horizontálními), v inverzních polohách, v zahloubených tvarech, v okolí vodních toků, ale i ve vyšších nadmořských výškách v pohraničních pohořích s vyššími srážkami. Nejteplejší a nejsušší oblasti území budou pro patogen méně vhodné.

Původ a rozšíření

Původ: východoasijský druh (původní pravděpodobně v horských lesích Vietnamu) se čtyřmi známými liniemi, které byly nezávisle na sobě zavlečeny do Evropy a Severní Ameriky. Z Evropy první nálezy pocházejí z r. 1993 (Německo a Nizozemí), v USA z r. 1995 (Kalifornie). Zdomácnělý a šířící se v lesních porostech na Britských ostrovech (2009) a později ve Francii; lze očekávat další šíření na východ kontinentem.

Zavlečení do ČR: v ČR poprvé zjištěn na dovezených rostlinách *Viburnum bodnatenense* v r. 2003. Poté opakovaně zachytáván na okrasném materiálu v zahradnických centrech hypermarketů na dovezeném okrasném materiálu (*Ericaceae*), naposledy v r. 2020. Jeden případ je zaznamenán na *Rhododendron yakushimanum* v zahradnictví na Vysočině (2009), kdy se nepodařilo dohledat zdroj infekce.

Status v ČR: oficiálně eradikován; velmi pravděpodobně je však introdukovan a skrytě se šíří na okrasných rostlinách. Hlavním způsobem zavlečení v současnosti v ČR jsou okrasné rostliny pocházející ze zahraničí a distribuované v zahradnických centrech hobymarketů. Vzhledem k možnosti záměny symptomů za projevy chorob způsobovaných ostatními nekaranténními druhy rodu jeho šíření může do jisté míry unikat pozornosti.

Rozšíření v ČR: prozatím znám pouze z kulturních systémů, všechny známé údaje pochází ze zahradnických center či zahradnictví. Může se objevit v okrasných výsadbách, ve výsadbách ve volné krajině a břehových porostech, v lesních porostech a v keříčkovité vegetaci s výskytem citlivých druhů.

Význam v ČR: potenciálně významný a v citlivých biotopech kritický. Způsobuje odumírání citlivých původních dřevin a jejich porostů a poškození biotopů. V invadovaných porostech lze předpokládat dlouhodobé či trvalé zamoření s obtížnou eradikací. Možnosti ochrany jsou vzhledem k širokému hostitelskému spektru a biologii patogenu velmi omezené. Pravděpodobně největší riziko zavlečení a zdomácnění patogenu a největší škody lze očekávat v listnatých a smíšených lesích středních a vyšších poloh zejména pohraničních pohoří. Značné problémy lze rovněž očekávat v lesním hospodaření (modřín a další).

Hostitelské spektrum a citlivé biotopy: druh je extrémní polyfág, hostitelské spektrum je nedokonale známo. Je udáváno necelých 200 známých hostitelských taxonů, drtivá většina našich původních dřevin je vůči patogenu pravděpodobně více či méně citlivá.

Potvrzení hostitelé v ČR: v ČR znám pouze na okrasných rostlinách: *Pieris japonica*, *Rhododendron* spp., *Vaccinium corymbosum*, *Viburnum bodnatenense*. Z původních druhů v ČR dosud neudáván.

Citliví hostitelé a biotopy v ČR: většina původních taxonů dřevin v ČR je pravděpodobně citlivá s možnou výjimkou *Salicaceae*. Všechny mezofilní lesní biotopy a většina biotopů s keříčkovitými dřevinami je citlivá.

Největší riziko zdomácnění a škod vzhledem k ekologii patogenu hrozí ve vlhčích, vyšších polohách mezofytika a v oreofytiku.

Velmi citliví původní hostitelé: *Alnus glutinosa*, *Acer* spp., *Calluna vulgaris*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Quercus* spp., *Taxus baccata*, *Vaccinium* spp. a pravděpodobně další.

Původní taxony s vysokým sporulačním potenciálem: *Acer* spp., *Cornus mas*, *Fraxinus excelsior*, *Hedera helix*, *Larix decidua*, *Lonicera* spp., *Malus sylvatica*, *Quercus* spp., *Rosa* spp., *Sambucus* spp., *Ulmus glabra*, *Vaccinium* spp., *Viburnum* spp. aj.

Velmi citlivé lesní biotopy: L5.1, L5.2, L5.4, L6.2, L7.1, L7.3, L9.1, L9.2, L10.2 a další.

Velmi citlivé nelesní biotopy: A1.1, A2.1, A2.2, A4.1, A6, T2.1, T8.2, T8.3 a další.

Lesní biotopy s vysokým sporulačním potenciálem: L2.2, L5.4, L6.4, L7.1, L7.3, L9.1 aj.

Nelesní biotopy s vysokým sporulačním potenciálem: A2.1, A4.1, A6, A7, T2.1, T8.1–3 aj.

Příklady ZCHÚ s možným budoucím významným výskytem patogenu: na základě predikce lze kvalifikovaně odhadnout, že větší impakt může být očekáván zejména v biotopech L5 ve středních a vyšších nadmořských výškách s vyšším množstvím srážek. V budoucnu nelze vyloučit např. zavlečení a výraznější impakt v CHKO Český les, NP a CHKO Šumava, Lužické hory, České Středohoří (Milešovské středohoří), Jizerské hory Krkonoše, Jeseníky a zejména Beskydy. V případě invaze by byla značně ohrožena např. NPR Jizerskohorské bučiny, cenná MCHÚ na svazích Krušných hor a další.

Možnosti ochrany

Nevropské linie patogenu (NA1, NA2) podléhají regulaci dle rozhodnutí SRS č. SRS 006995/2007. Klíčová jsou preventivní opatření – je nutno předcházet zavlečení patogenu do prostředí, přičemž riziková je v současné době zejména venkovní výsadba kontaminovaných okrasných rostlin (*Ericaceae*). Vzhledem ke snadnému šíření vzduchem a zjevnému přizpůsobení našim klimatickým podmínkám může snadno dojít k rozšíření patogenu do okolí a úniku např. do parkových či dalších výsadeb v okolí a postupnému zdomácnění. Spontánní šíření vzduchem je velmi rizikové, postupné šíření na východ Evropy je velmi pravděpodobné. Vzhledem k relativně pomalému šíření se spontánní napadení např. našich lesních výsadeb modřínu v pohraničních pohořích jeví v současné době jako méně pravděpodobné, v dlouhodobé perspektivě k němu však prakticky jistě dojde.

Dřeviny mimo les. Klíčová je prevence, tzn. minimalizace rizika zavlečení patogenu spolu s kontaminovanými rostlinami do výsadeb v městské či venkovské krajině. Velké riziko hrozí hlavně v případě výsadeb ve větších parkových úpravách ve venkovské krajině navazující na lesní porosty. V případě výskytu přesná identifikace patogenu (laboratoř) a likvidace všech napadených a symptomatických rostlin a potenciálně infekčního materiálu (opad listů). Omezení provozu v lokalitě. Aplikace adekvátních hygienických opatření (dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, obuvi). Odstraněný materiál považovat za infekční a zlikvidovat jej na lokalitě (spálit), v případě malého množství jej bezpečně odvézt (možná předchozí dezinfekce) a zlikvidovat (spálit) na bezpečném místě. Nutné preventivní (opakované) použití vhodných přípravků se specifickým účinkem vůči oomycetům (např. ú.l. fosfonáty, metalaxyl) k izolaci ohniska choroby. Vyloučení dosadby citlivých taxonů, opakovaná kontrola a ošetření přípravky. V případě (preventivní) ochrany cenných dřevin

v blízkém okolí lze zvážit cílenou injektáž fosfonáty (pro životní prostředí ohleduplné, prozatím v ČR neregistrováno). Minimalizace závlivky postřikem, úprava struktury a složení výsadby (minimalizace zastoupení hostitelů s vysokým sporulačním potenciálem, zejména neopadavých okrasných dřevin). Likvidace transmisivních hostitelů (*Ericaceae*) v okruhu několika desítek metrů od ohniska. Poučení odpovědných osob. Dlouhodobá kontrola.

Lesní prostředí a přírodní biotopy. Identifikace rozsahu infekce a okraje ohniska. Zamezení vstupu na lokalitu, omezení provozu v blízkém okolí, informování veřejnosti. Urychlené odstranění napadených dřevin s likvidací (spálení) infekčního materiálu na místě, zejména pak hostitelů s vysokým sporulačním potenciálem. Při a po práci dodržování vhodných hygienických opatření – průběžná a zejména závěrečná dezinfekce nástrojů, obuvi a pracovních pomůcek, techniky apod. Po práci v napadených porostech techniku očistit (dezinfikovat). Dlouhodobá kontrola ohniska a blízkého okolí. Dlouhodobě omezit možnosti šíření do zdravých porostů v okolí. Úprava struktury vegetace v ohnisku (snížení vzdušné vlhkosti, snížení zakmenění). V okolí omezit výskyt dřevin s vysokým sporulačním potenciálem. Následně lesnické práce provádět v obdobích minimální aktivity patogenu (zimní období od nástupu mrazů, období sucha). Vhodná opatrná přirozená obnova. Vždy obnovovat taxony s malým sporulačním potenciálem. Poučení odpovědných pracovníků. Konzultace a další postup možný ve spolupráci s odborníky.

ZCHÚ. Zejména lze očekávat spontánní šíření vzduchem, v současné době ovšem málo pravděpodobné. V případě objevení se typických symptomů v korunách a na kmenech *F. sylvatica* či *A. pseudoplatanus* (v lesních výsadbách rovněž na *L. decidua* a dalších taxonech) a intenzivním chřadnutí nutno řešit okamžitě s odborníky. Po zavlečení a rozšíření je eradikace obtížná, nemusí být úspěšná a hrozí trvalé poškození porostů.

Poznámka: možnost záměny za další druh rodu *P. kernoviae* s podobnou ekologií a identickými projevy choroby; v ČR zatím neudáván. Mezi nejvýznamnější choroby vyvolané druhem *P. ramorum* patří náhlé odumírání dubu (tzv. sudden oak death, SOD) v Severní Americe a náhlé odumírání modřínu v západní Evropě (sudden larch death, SLD). Celosvětově jeden z nejvíce nebezpečných invazních patogenů dřevin, po případném zdomácnění lze předpokládat závažné environmentální a ekonomické škody.

4. Srovnání novosti postupů

Metodika vznikla na základě dlouholetých zkušeností a studia invazních patogenů dřevin, které probíhalo v rámci nejrůznějších výzkumných projektů a aktivit na národní i mezinárodní úrovni po více než dvě dekády. V rámci metodiky byly využity informace z nejrůznějších oblastí výzkumu patogenů rostlin získané jak rešeršní prací, tak terénními výzkumy, laboratorními pokusy a testy, molekulárními analýzami a statistickými a geostatistickými hodnoceními a vývojem nejrůznějších modelů. Tyto práce probíhaly mj. i v rámci projektu TA ČR TH03030306 a jejich výsledkem je předložená metodika „Invazní patogeny dřevin v životním prostředí – determinace chorob a možnosti omezení šíření a impaktu na lesní ekosystémy“, která je doplně-

na „Atlasem potenciální distribuce invazních patogenů dřevin a jejich impaktu na lesní ekosystémy v ČR“. Tento komplexní soubor prací představuje i v evropském prostoru unikátní výstup široce použitelný v nejrůznějších oblastech činností od nejvyšších úrovní státní správy až po praktické použití lesníky, dendrology i dalšími profesemi přímo v terénu.

Obě práce zaplňují významnou mezeru v oblasti identifikace a managementu invazních patogenů dřevin v oblasti životního prostředí, kde dosud citelně chyběla.

5. Popis uplatnění certifikované metodiky

Předložená metodika determinace a managementu invazních patogenů dřevin a související Atlas potenciální distribuce invazních patogenů dřevin a jejich impaktu tvoří komplexní dílo pokrývající všechny aspekty potřebné při řešení problematiky invazních patogenů v krajině ČR – a to jak krajině kulturní, tak i plně přírodní. Stejně tak pojetí díla umožňuje jeho využití napříč oběma dotčenými resorty – MŽP i MZe. V rámci MŽP, které je hlavním aplikačním garantem výstupů, tak může být dílo využito např. na odborech 620, 610 a 630. V rámci resortu životního prostředí mezi hlavní instituce, které mohou výsledky využívat, patří zejména AOPK ČR, správy národních parků, orgány ochrany životního prostředí na nejrůznějších úrovních, v rámci resortu druhého pak zejména ÚHÚL (např. mapové výstupy se budou využity v databázových systémech instituce), orgány státní správy lesů, ale i majitelé a správci lesů a městské zeleně, zejména pak velké instituce jako jsou LČR, s.p., a VLS, ale třeba i ÚKZÚZ, podniky Povodí a další. Materiály mohou být

snadno využity i k výuce, dalšímu aplikovanému výzkumu a vývoji apod. mnoha dalšími institucemi.

Velkým kladem souboru obou výsledků je široký potenciál jejich využití na nejrůznějších úrovních od lokální po manažerské pozice a nejvyšší úrovně státní správy. Metodiku mohou velmi dobře využívat lesníci, úsekoví technici, dendrologové a arboristé při praktické péči o dřeviny a jejich porosty, a to jak v péči o chráněná území a přírodní biotopy, tak i produkční lesy, břehové porosty, ale třeba i v péči o veřejnou zeleň nebo např. památné stromy. Na druhou stranu soubor map lze velmi dobře využít při globálním hodnocení invazí a řízení rizik na vyšších úrovních. Bylo by naším velkým přáním, a výsledky to snad umožňují, aby v některých institucích – typicky např. správách národních parků či AOPK byly tyto výsledky využívány v obou těchto aspektech.

6. Ekonomické aspekty

Vyjádření ekonomických škod způsobených nepůvodními zdomácněnými patogeny dřevin, jakkoli je velmi potřebné, je samozřejmě obtížné z řady důvodů – mj. i proto, že je obtížné postihnout veškeré škody včetně ekosystémových služeb, které nelze opomíjet. Snadno lze vyjádřit škody např. ve školkařských a zahradnických podnicích, které v jednotlivých provozech mohou dosahovat deseti až statisícových (v případě drobnějších provozů) až miliónových částek; např. škody na produkci jasanů v důsledku šíření *Hymenoscyphus fraxineus* byly v ČR vyčísleny v roce 2012 na cca 1,33 mil. Kč. Druhým extrémem jsou pak např. škody způsobené *Phytophthora alni* v břehových porostech – v rámci studie v oblasti povodí Vltavy bylo zjištěno, že průměrná výše škod v břehových porostech olší dosahuje cca 35 tis. Kč na 100 m porostu (podle vyhlášky č. 441/2013 Sb. Ministerstva financí) a 56,5 tis. Kč podle metody nákladové. Celkové škody (resp. škody a náklady na jejich řešení) v povodí Vltavy se v současné době s největší pravděpodobností pohybují v řádu mld. Kč. Podobné částky pak jsou jistě spojeny i s invazí *Hymenoscyphus fraxineus*.

Nejzávažnější rizika vyplývající ze zdomácnění nepůvodních patogenů dřevin však spočívají v narušení a poškození celého biotopu či ekosystému, což přichází v úvahu tehdy, pokud je napaden jeden či dokonce více klíčových druhů dřevin společenstva či biotopu a dojde k jeho plošnému odumírání. Z ČR lze např. připomenout nejznámější případ *Phytophthora alni* nevratně poškozující břehové porosty, mokřadní olšiny

a spolu s *Hymenoscyphus fraxineus* potočiny. Význam *P. alni* ovšem opět nelze shledávat jen v přímém poškození napadených jedinců, jeho vliv je systémový a lze jej identifikovat či očekávat v dalších oblastech. Redukce olistění a zástinu vede ke změnám toku energie a živin (např. dusíku), snížení zástinu vede ke zvýšení teploty vody a významným změnám v biotě toků (nárůst biomasy řas), redukce kořenových systémů je příčinou zvýšené eroze břehu a změn v sedimentačních poměrech toků, zvýšení přísunu živin a polutantů splachy z okolí, redukce stanovišť řady bezobratlých závislých na členitých kořenových systémech v březích, které se zase mohou promítnout v potravní nabídce ryb a podobně. Tato rizika a škody samozřejmě ani nelze dostatečně ocenit. Naše lužní lesy jsou pak postiženy např. invazemi *Ophiostoma novo-ulmi*, *Hymenoscyphus fraxineus* a *Phytophthora plurivora*. Současné pronikání jiných patogenů, např. *Phytophthora plurivora* do bučin s sebou nese riziko miliardových škod a trvalého zamoření invadovaných stanovišť, šíření patogenů dalších (např. *Cryptostroma corticale*) představuje rizika podobná.

Předložená Metodika a Atlas neaspírají na eliminaci výše zmíněných škod a důsledků invazí. Pokud obě práce poslouží jen k správné identifikaci patogenů, nalezení a aplikaci optimálních, vhodných či alespoň nejméně špatných řešení, pak splní svůj účel. A je nepochybné, že správně zvolená řešení založená na přesném zhodnocení situace jsou v případě invazí i ta nejlevnější.

7. Seznam použité literatury

- Abbey S.D. (1978): The morphology and physiology of *Cryptostroma corticale*. Ph.D. Thesis 229 p.
- Anonymus (2014): Background: Threat abatement plan for disease in natural ecosystems caused by *Phytophthora cinnamomi*. <https://www.environment.gov.au>.
- Aram K., Rizzo D.M. (2018): Distinct trophic specializations affect how *Phytophthora ramorum* and clade 6 *Phytophthora* spp. colonize and persist on *Umbellularia californica* leaves in streams. *Phytopathology* 108: 858–869.
- Archibald S., Brown A.V. (2007): The relationship between climate and the incidence of red band needle blight in the East Anglia Forest District, Britain. Workshop of the IUFRO Working party. Foliage, shoot and stem diseases of forest trees, Sopron, Hungary.
- Åström B., Ramstedt M. (1994): Stem cankers on Swedish biomass willows caused by *Cryptodiaporthe salicella* and other fungi. *Eur. J. For. Pathol.* 24: 264–276.
- Balçi Y., Halmşchalger E. (2003): *Phytophthora* species in oak ecosystems in Turkey and their association with declining oak trees. *Plant. Pathol.* 52: 694–702.
- Barson G. (1974): Some effects of freezing temperatures on overwintering larvae of the large elm bark beetle (*Scolytus scolytus*). *Ann. Appl. Biol.* 78: 219–224.
- Bartels J.M., Lanier G.N. (1974): Emergence and mating in *Scolytus multistriatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 67: 365–370.
- Bednářová M., Palovčíková D., Jankovský L. (2006): The host spectrum of Dothistroma needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup – new hosts of Dothistroma needle blight observed in the Czech Republic. *J. For. Sci.* 52: 30–36.
- Bergot M., Cloppet E., Pérarnaud V. et al. (2004): Simulation of potential range expansion of oak disease caused by *Phytophthora cinnamomi* under climate change. *Glob. Chang. Biol.* 10: 1539–1552.
- Bjelke U., Boberg J., Oliva J. et al. (2016): Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems. *Freshwater Biol.* 61: 565–579.
- Bonkowski J. (2020): Black Canker of Willow. Purdue University Extension. Landscape Report 20-12. <https://www.purduelandscape.org/article/black-canker-of-willow/>.
- Brasier C.M. (1996): New horizons in Dutch Elm Disease Control. Report on Forest Research, Forestry Commission, Edinburg, U.K., p. 20–28.
- Brasier C.M. (1996): *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. *Ann. Sci. For.* 53: 347–358.
- Brasier C.M., Buck K.W. (2001): Rapid evolutionary changes in a globally invading fungal pathogen (Dutch elm disease). *Biol. Invasions* 3: 223–233.
- Brasier C.M., Gibbs J.N. (1973): Origin of the Dutch elm disease epidemic in Britain. *Nature* 242: 607–609.
- Brasier C.M., Kirk S.A. (2001): Designation of the EAN and NAN races of *Ophiostoma novo-ulmi* as subspecies. *Mycol. Res.* 105: 547–554.
- Brasier C.M., Kirk S.A., Delcan J. et al. (2004): *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycol. Res.* 108: 1172–1184.
- Brasier C.M., Lea J., Rawlings M.K. (1981): The aggressive and non-aggressive strains of *Ceratocystis ulmi* have different temperature optima for growth. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 213–218.
- Brasier C.M., Mehrotra M. (1995): *Ophiostoma himal-ulmi* sp. nov., a new species of Dutch elm disease fungus endemic to Himalaya. *Mycol. Res.* 99: 205–215.
- Brestovanská T., Chumanová E., Černý K. et al. (2020): Predikční mapy nekrózy jasanu jako užitečný podklad pro lesnický management. *Lesnická práce* 99: 48–50.
- Bulman L.S., Dick M.A., Ganley R.J. et al. (2012): Dothistroma needle blight. In: Nicolotti G, Gonthier P, Infectious Forest Diseases. CABI, Wallingford, UK, p. 436–456.
- Burgess T.I., Scott J.K., McDougall K.L. et al. (2017): Current and projected global distribution of *Phytophthora cinnamomi*, one of the world's worst plant pathogens. *Global Change Biol.* 23: 1661–1674.
- Byrt P.N., Irving H.R., Grant B.R. (1982): The effect of cations on zoospores of the fungus *Phytophthora cinnamomi*. *J. Gen. Microbiol.* 128: 1189–1198.
- CABI (2019): *Ophiostoma novo-ulmi* (Dutch elm disease). In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/37594>.
- CABI (2019): *Phytophthora cinnamomi* (Phytophthora dieback) [original text by Davison, E]. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40957>.
- Cardillo E., Acedo A., Abad E. (2018): Topographic effects on dispersal patterns of *Phytophthora cinnamomi* at a stand scale in a Spanish heathland. *PLoS One* 13: e0195060.
- Cejp K., Jechová V. (1962): Subtropické druhy rodu *Phytophthora* de Bary dovezené k nám s jižním ovocem: *Phytophthora citrophthora* (Sm. et Sm.) Leonian a *P. citricola* Sawada. *Česká Mykologie* 16: 198–202.
- Corcobado T., Cech T.L., Brandstetter M. et al. (2020): Decline of European beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and contributing biotic and abiotic factors. *Forests* 11: 895.
- Corcobado T., Cubera E., Moreno G., Solla A. (2013): *Quercus ilex* forests are influenced by annual variations in water table, soil water deficit and fine root loss caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Agric. For. Met.* 169: 92–99.
- Costa A., Pereira H., Madeira M. (2010): Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Ann. For. Sci.* 67: 204–204.
- Černý K., Havrdová L. (2018): Možnosti managementu nekrózy jasanu v městské zeleni. *Zahradnictví* 17(11): 46–49.
- Černý K., Havrdová L., Hrabětová M. (2017): Možnosti eliminace nekrózy jasanu ve školkařských provozech. *Zahradnictví*, 16(9): 53–57.
- Černý K., Havrdová L., Zlatník V., Hrabětová M. (2016): Pěstování jasanu v prostředí s výskytem *Hymenoscyphus fraxineus*. certifikovaná metodika. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 54 p.
- Černý K., Hejná M., Kolářová Z., et al. (2016): An overview of selected alien invasive fungal pathogens of woody plants in the Czech Republic. <https://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/291/035933.pdf?seek=1464781287>.
- Černý K., Hrabětová M., Svobodová I. et al. (2017): *Eutypella parasitica* naturalised in Bohemian and Polish Silesia. *For. Pathol.* 47: e12347.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V. et al. (2016): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí 441/2013 Sb. Specializovaná mapa s odborným obsahem. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 16 p.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V. et al. (2016): Predikce potenciálních dlouhodobých ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí č. 441/2013 Sb. Specializovaná mapa s odborným obsahem. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 18 p.

- Černý K., Strnadová V. (2010): *Phytophthora* Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 46: 12–18.
- Černý K., Strnadová V. (2016): Identifikace invazibilních oblastí, stanovišť a porostů jako základ dlouhodobého managementu fytoftorové hniloby olší. Certifikovaná metodika, VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 27 p.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L. et al. (2016): Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. Předběžné výsledky. *Vodní hospodářství* 66(8): 1–5.
- Černý K., Strnadová V., Velebil J. et al. (2013): Obnova a dlouhodobá péče o břehové porosty v povodí Vltavy. Certifikovaná metodika VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 135 p.
- Černý K., Tomšovský M., Mrázková M. et al. (2011): The present state of knowledge of *Phytophthora* spp. diversity in forest and ornamental woody plants in the Czech Republic. Proceedings of the fifth international IUFRO working party So7. 02. 09 meeting. New Zeal. J. For. 41S: S75–S82.
- Černý, K. (2016): Nepůvodní invazní patogeny dřevin – výzva nebo předem ztracený boj? *Živa* 6, 286–291.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (2016): *Phytophthora cinnamomi*. <http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50625>.
- Dal Maso E., Montecchio L. (2014): Risk of natural spread of *Hymenoscyphus fraxineus* with environmental niche modelling and ensemble forecasting technique. *Forest Res.* 3: 131.
- Dal Maso E., Montecchio L. (2015): Large-scale fuzzy rule-based prediction for suitable chestnut ink disease sites: A case study in north-east Italy. *For. Pathol.* 45: 311–323.
- Damm U., Cannon P.F., Woudenberg J.H.C., Crous P.W. (2012): The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Stud. Mycol.* 73: 37–113.
- Davidson R.W., Lorenz R.C. (1938): Species of *Eutypella* and *Schizoxylon* associated with cankers of maple. *Phytopathology* 28: 733–745.
- De Silva D.D., Crous P.W., Ades P.K. et al. (2017): Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biol. Rev.* 31: 155–168.
- Denman S., Kirk S.A., Brasier C.M., Webber J.F. (2005): In vitro leaf inoculation studies as an indication of tree foliage susceptibility to *Phytophthora ramorum* in the UK. *Plant Pathol.* 54: 512–521.
- Desprez-Loustau M.L., Courtecuisse R., Robin C. et al. (2010): Species diversity and drivers of spread of alien fungi (sensu lato) in Europe with a particular focus on France. *Biol. Invasions* 12: 157–172.
- Dickenson S.J. (1980): Biology of *Cryptostroma corticale* and the sooty bark disease of sycamore. Ph.D. Thesis. 167 p.
- Dickenson S.J., Wheeler B.E.J. (1981): Effect of temperature and water stress in sycamore on growth of *Cryptostroma corticale*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 76: 181–185.
- Dietrich W. (2005): The rust fungi, smut fungi and downy mildews in the Czech part of Krusne hory (Erzgebirge). *Czech Mycol.* 57: 257–273.
- Douzon G. (2007): La suie de l'érable: un bon indicateur d'été chaud. Bilan de la santé des forêts en 2006. Département de la santé des forêts, 2 p.
- Drenkhan R., Solheim H., Bogacheva A. et al. (2017): *Hymenoscyphus fraxineus* is a leaf pathogen of local *Fraxinus* species in the Russian Far East. *Plant Pathol.* 66: 490–500.
- Drenkhan R., Tomešová-Haataja V., Fraser S. et al. (2016): Global geographic distribution and host range of *Dothistroma* species: A comprehensive review. *Forest Pathol.* 46: 408–442.
- Duque-Lazo J., Navarro-Cerrillo R.M., Van Gils H., Groen T.A. (2018): Forecasting oak decline caused by *Phytophthora cinnamomi* in Andalusia: Identification of priority areas for intervention. *For. Ecol. Manag.* 417: 122–136.
- Dvořák M., Drápela K., Jankovský L. (2012): *Dothistroma septosporum*: Spore production and weather conditions. *Forest Systems* 21: 323–328.
- Englander L., Browning M., Tooley P.W. (2006): Growth and sporulation of *Phytophthora ramorum* in vitro in response to temperature and light. *Mycologia* 98: 365–373.
- Eyre C.A., Kozanitas K., Garbelotto M. (2013): Population dynamics of aerial and terrestrial populations of *Phytophthora ramorum* in a California forest under different climatic conditions. *Phytopathology* 103: 1141–1152.
- Eyre C.A., Hayden K.J., Kozanitas M. et al. (2014): Lineage, temperature and host species have interacting effects on lesion development in *Phytophthora ramorum*. *Plant Dis.* 98: 1717–1727.
- Faccoli M., Battisti A. (1997): Observations on the transmission of *Ophiostoma ulmi* by the smaller elm bark beetles (*Scolytus* spp.). In Grégorie A.M., Liebhold F.M., Stephen K.R., Salom S.M. (eds.) Proceedings: Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests. USDA Forest Service General Technical Report NE-236, p. 172–176.
- Faccoli M., Santini A. (2016): Dutch Elm Disease and Elm Bark Beetles: Pathogen – Insect Interaction. In Brown JK (eds.) Vector-Mediated Transmission of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, p. 73–86.
- Fairhurst C.P., King C.J. (1982): The effect of climatic factors on the dispersal of elm bark beetles. In Burdekin D.A. (ed.) Research on Dutch elm disease in Europe. Forestry Commission Bulletin 60: 40–46.
- Farr D.F., Rossman A.Y. (2020): Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>.
- Franklin J. (2010): Mapping species distribution. Spatial inference and prediction. Cambridge University Press, 320 p.
- Fransen J.J. (1939): The tastiness of different elm species for the elm bark beetle (in Dutch). Rapport 359, Rijksinstituut De Dorschkamp, 51 p. (Republished in 1983).
- Gadgil P.D. (1967): Infection of *Pinus radiata* needles by *Dothistroma pini*. *N. Z. J. Bot.* 5: 498–503.
- Garbelotto M., Frankel S.J. (2020): *Phytophthora ramorum* (Sudden Oak Death (SOD)). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK, CABI.
- Garbelotto M., Schmidt D., Swain S.K. et al. (2017): The ecology of infection between a transmissible and a dead-end host provides clues for the treatment of a plant disease. *Ecosphere* 8: e01815. 10. 1002/ecs2.1815.
- Gibbs J.N. (1995): *Phytophthora* root disease of alder in Britain. *EPPO Bull.* 25: 661–664.
- Gibbs J.N. (1997): Fifty years of sooty bark disease of sycamore. *Q. J. Forest.* 91: 215–221.
- Gibbs J.N., Greig B.J.W. (1977): Some consequences of the 1975–1976 drought for Dutch elm disease in Southern England. *Forestry* 50: 146–154.
- Gibbs J.N., Lipscombe M.A., Peace A.J. (1999): The impact of *Phytophthora* disease on riparian populations of common alder (*Alnus glutinosa*) in southern Britain. *Eur. J. For. Pathol.* 29: 39–50.
- Gibson I.A.S. (1974): Impact and control of *Dothistroma* blight of pines. *Eur. J. For. Pathol.* 4: 89–100.
- Gibson I.A.S., Christensen P.S., Munga F.N. (1964): First observations in Kenya of a foliage disease of pines, caused by *Dothistroma pini* Hulbarý. *Commonwealth Forestry Review*, 43: 31–48.
- Gilmour J.W. (1967): Distribution and significance of the needle blight of pines caused by *Dothistroma pini* in New Zealand. *Plant Dis. Rep.* 51: 727–730.
- Goberville, E., Hautekète N.C., Kirby R. et al. (2016): Climate change and the ash dieback crisis. *Sci. Rep.* 6: 35303.
- Gregory P.H., Peace T.R., Waller S. (1949): Death of sycamore trees associated with an unidentified fungus. *Nature* 164: 275.

- Gregory P.H., Waller S. (1951): *Cryptostroma corticale* and sooty bark disease of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). Trans. Br. Mycol. Soc. 34: 579–597.
- Gross A., Holdenrieder O., Pautasso M. et al. (2014): *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. Mol. Plant Pathol. 15: 5–21.
- Gross A., Zaffarano P.L., Duo A., Grünig C.R. (2012): Reproductive mode and life cycle of the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. Fungal Gen. Biol. 49: 977–986.
- Hansen E.M., Kanaskie A., Prospero S. et al. (2008): Epidemiology of *Phytophthora ramorum* in Oregon tanoak forests. Can. J. For. Res. 38: 1133–1143.
- Hantula J., Stringer R.N., Lilja A., Kurkela T. (2012): Alder rust, *Melampsorium hiratsukanum* Ito, identified from Wales, UK and British Columbia, Canada. For. Path. 42: 348–350.
- Harris A.R., Brasier C.M., Scanu B., Webber J.F. (2021): Fitness characteristics of the European lineages of *Phytophthora ramorum*. Plant Pathol. 70: 275–286.
- Harris A.R., Webber J.F. (2016): Sporulation potential, symptom expression and detection of *Phytophthora ramorum* on larch needles and other foliar hosts. Plant Pathol. 65: 1441–1451.
- Hauptman T., Piškur J., Jurc D. et al. (2013): Temperature effect on *Chalara fraxinea*: heat treatment of saplings as a possible disease control method. Forest Pathol. 43: 360–370.
- Havrdová L. (2015). Analýza vybraných faktorů ovlivňujících výskyt *Chalara fraxinea* v prostředí. ČZU v Praze, disertační práce. 106 p.
- Havrdová L., Černý K. (2017): Symptomatologie nektrózy jasanu. Certifikovaná metodika, VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 34 p.
- Havrdová L., Zahradník D., Černý K. et al. (2016): Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nektrózou jasanu. Specializovaná mapa s odborným obsahem. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 27 p.
- Havrdová L., Zahradník D., Romportl D., et al. (2017): Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. Baltic For. 23: 168–182.
- Helfer S. (2014): Rust fungi and global change. New Phytologist 201: 770–780.
- Hernández-Lambraño R.E., Gonzáles-Moreno P, Sánchez-Agudo J. (2018): Environmental factors associated with the spatial distribution of invasive plant pathogens in the Iberian Peninsula: The case of *Phytophthora cinnamomi* Rands. For. Ecol. Manag. 419–420: 101–109.
- Hosoya T., Otani Y., Furuya K. (1993): Materials for the fungus flora of Japan (46). Trans. Mycol. Soc. Jpn. 34: 429–432.
- Hrabětová M., Černý K., Zahradník D. Havrdová L. (2017): Efficacy of fungicides on the in vitro growth of *Hymenoscyphus fraxineus* and their potential control of ash dieback in the forest nurseries. For. Pathol. 47: e12311.
- Huai W., Tian G., Hansen E.M. et al. (2013): Identification of *Phytophthora* species baited and isolated from forest soil and streams in northwestern Yunnan province, China. For. Pathol. 43: 87–103.
- Husson C., Aguayo J., Revellin C. et al. (2015): Evidence for homoploid speciation in *Phytophthora alni* supports taxonomic reclassification in this species complex. Fungal Gen. Biol. 77: 12–21.
- Chadfield V., Pautasso M. (2012): *Phytophthora ramorum* in England and Wales: which environmental variables predict county disease incidence? For. Pathol. 42: 150–159.
- Chandelier A., Abras S., Laurent F. et al. (2006): Effect of temperature and bacteria on sporulation of *Phytophthora alni* in river water. Comm. Agric. App. Biol. Sci. 71: 873–880.
- Chandelier A., Helson M., Dvorak M., Gischer F. (2014): Detection and quantification of airborne inoculum of *Hymenoscyphus pseudoalbidus* using real-time PCR assays. Plant Pathol. 63: 1296–1305.
- Chumanová E., Romportl D., Havrdová L. et al. (2019): Predicting severity of ash dieback disease in the Czech Republic using regression-based models and GIS. Sc. J. For. 34: 254–266.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Lustyk P. (eds.) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 445 p.
- Ireland K.B., Hardy G.E.S.J., Kriticos D.J. (2013): Combining inferential and deductive approaches to estimate the potential geographical range of the invasive plant pathogen, *Phytophthora ramorum*. PLoS ONE 8: e63508.
- ISSG (2021): Global Invasive Species Database (GISD). Invasive Species Specialist Group of the IUCN Species Survival Commission. <http://www.issg.org/database>.
- Ivory M.H. (1972): Resistance to *Dothistroma* needle blight induced in *Pinus radiata* by maturity and shade. Trans. Br. Mycol. Soc. 59: 205–212.
- Jančařík V. (1976): Vliv grafiózy na zastoupení jilmů v ČR. O grafióze brestov, Zborník prednášok zo seminára, Nové Zámky – Palárikovo, p. 20–44.
- Jančařík V. (1993): Usychání olší. Lesnická práce 72: 14–16.
- Jančařík V. (1999): Grafióza jilmů. Lesnická práce 78: 10/99.
- Jankovský L. (2001): Červená sypavka borovice *Mycosphaerella pini* E. Rostrup běžným patogenem? Lesnická práce 80: 7/01.
- Jankovský L., Holdenrieder O. (2009): *Chalara fraxinea* – ash dieback in the Czech Republic. Plant Protect. Sci. 45: 74–78.
- Jankovský L., Palovčíková D., Tomšovský M. (2009): Brown spot needle blight associated with *Mycosphaerella dearnessii* occurs on *Pinus rotundata* in the Czech Republic. Plant Pathol. 58: 398.
- Jankowiak R., Stępniewska H., Bilański P., Kolařík M. (2014): Occurrence of *Phytophthora plurivora* and other *Phytophthora* species in oak forests of southern Poland and their association with site conditions and the health status of trees. Folia Microbiol. 59: 531–542.
- Jánošíková-Hečková Z., Ondrušková E., Barta M., et al. (2018): The hosts and geographic range of *Dothistroma* needle blight in Slovakia. For. Path. 48: e12421.
- Johnson D.W., Kuntz J.E. (1978): Imperfect state of *Eutypella parasitica* in culture. Can. J. Bot. 56: 1518–1525.
- Johnson D.W., Kuntz J.E. (1979): *Eutypella* canker of maple: ascospore discharge and dissemination. Phytopathology 69: 130–135.
- Jung B.T., Colquhoun I.J., Hardy G.E.St.J. (2013): New insights into the survival strategy of the invasive soilborne pathogen *Phytophthora cinnamomi* in different natural ecosystems in Western Australia. For. Pathol. 43: 266–288.
- Jung T. (2009): Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. For. Pathol. 39: 73–94.
- Jung T., Blaschke H., Oßwald W. (2000): Involvement of soilborne *Phytophthora* species in Central European oak decline and the effect of site factors on the disease. Plant Pathol. 49: 706–718.
- Jung T., Blaschke M. (2004): *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. Plant Pathol. 53: 197–208.
- Jung T., Burgess T.I. (2009): Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolates from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. Persoonia 22: 95–110.
- Jung T., Chang T.T., Bakonyi J. et al. (2017): Diversity of *Phytophthora* species in natural ecosystems of Taiwan and association with disease symptoms. Plant Pathol. 66: 194–211.
- Jung T., Orlikowski L., Henricot B. (2016): Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. For. Pathol. 46: 134–163.
- Jung T., Pérez-Sierra A., Durán A. et al. (2018): Canker and decline diseases caused by soil- and airborne *Phytophthora* species in forests and woodlands. Persoonia 40: 182–220.

- Jung T., Scanu B., Brasier C.M. et al. (2020): A survey in natural forest ecosystems of Vietnam reveals high diversity of both new and described *Phytophthora* taxa including *P. ramorum*. *Forests* 11: 93.
- Jurc D., Ogris N., Slippers B. et al. (2006): First report of Eutypella canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *Plant Pathol.* 55: 577.
- Kabir M.S., Ganley R.J., Bradshaw R.E. (2014): The hemibiotrophic lifestyle of the fungal pine pathogen *Dothistroma septosporum*. *Forest Pathol.* 45: 190–202.
- Kais A.G., Smalley E.B., Riker A.J. (1962): Environment and development of Dutch elm disease. *Phytopathology* 52: 1191–1196.
- Kapitola P., Kroutil P., Růžička T. et al. (2017): Karanténní škodlivé organismy na lesních dřevinách. ÚKZÚZ, Praha, 103 p.
- Keen B., Vancov T. (2010): *Phytophthora cinnamomi* suppressive soils. In: Mendez-Vilas A. (ed.) *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. Formatex Research Center, Badajoz, Spain, p. 239–250.
- Kelnarová I., Černý K., Zahradník D., Koukol O. (2017): Widespread latent infection of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for urban plantations. *For. Pathol.* 47: e12344.
- Kelnarová I., Koukol O., Černý K. (2016): Sazná nemoc kůry – hrozba pro naše kleny? *Živa* 1: 14–17.
- Kirisits T. (2015): Ascocarp formation of *Hymenoscyphus fraxineus* on several-year-old pseudosclerotial leaf rachises of *Fraxinus excelsior*. *Forest Pathol.* 45: 254–257.
- Kirisits T., Matlakova M., Mottinger-Kroupa S. et al. (2010): *Chalara fraxinea* associated with dieback of narrow-leafed ash (*Fraxinus angustifolia*). *Plant Pathol.* 59: 411.
- Kliejunas J.T. (2010): Sudden oak death and *Phytophthora ramorum*: a summary of the literature. *Gen. Tech. Rep. Albany, CA: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station*, 181 p.
- Kliejunas J.T., Kuntz J.E. (1974): Eutypella canker, characteristics and control. *Forestry Chron.* 50: 106–108.
- Knaus B.J., Fieland V.J., Graham K.A. et al. (2015): Diversity of foliar *Phytophthora* species on *Rhododendron* in Oregon nurseries. *Plant Dis.* 99: 1326–1332.
- Koukol O., Kelnarová I., Černý K. (2015): Recent observations of sooty bark disease of sycamore maple in Prague (Czech Republic) and the phylogenetic placement of *Cryptostroma corticale*. *For. Pathol.* 45: 21–27.
- Koukol O., Havrdová L. (2014): Vřeckovýtrusná zkáza jasanů. *Živa* 1: 7–10.
- Kowalski T. (2001): O zamieraniu jesionów. *Trybuna leśnika* 4: 6–7.
- Kowalski T. (2006): *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathol.* 36: 264–270.
- Kowalski T., Bartnik C. (2010): Morphological variation in colonies of *Chalara fraxinea* isolated from ash (*Fraxinus excelsior* L.) stems with symptoms of dieback and effects of temperature on colony growth and structure. *Acta Agrobot.* 63: 99–106.
- Kowalski T., Holdenrieder O. (2009): The teleomorph of *Chalara fraxinea*, the causal agent of ash dieback. *For. Pathol.* 39: 304–308.
- Kruse J. (2014): Diversität der pflanzenpathogenen Kleinpilze im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth. *Zeit. Mykol.* 80: 169–226.
- Lachance D. (1971): Discharge and germination of *Eutypella parasitica* ascospores. *Can. J. Bot.* 49: 1111–1118.
- Lachance D. (1971): Inoculation and development of Eutypella canker of maple. *Can. J. For. Res.* 1: 228–234.
- Lane C., Berry S.M., Anderson H. (2013): Rapid pest risk analysis for *Melampsorium hiratsukanum*. Department for Environment, Food & Rural Affairs. 9 p. <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPra.cfm?id=3884>.
- Löw J. et al. (1995): Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability. *Teorie a praxe*. Brno, Doplněk, 122 p.
- Marçais B., Bergot M., Pérarnaud V. et al. (2004): Prediction and mapping of the impact of winter temperature on the development of *Phytophthora cinnamomi*-Induced cankers on red and pedunculate oak in France. *Phytopathology* 94: 826–831.
- Marçais B., Dupuis F., Desprez-Loustau M.L. (1996): Modelling the influence of winter frosts on the development of the stem canker of red oak, caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Ann. Sci. For.* 53: 369–382.
- Marçais B., Husson C., Godart L. et al. (2016): Influence of site and stand factors on *Hymenoscyphus fraxineus* induced basal lesion. *Plant Pathol.* 65: 1452–1461.
- Martín J.A., Fuentes-Utrilla P., Gil L., Witzell J. (2010): Ecological factors in Dutch elm disease complex in Europe—a review. *Ecol. Bulls* 53: 209–224.
- Marzano M., Fuller L., Quine C.P. (2017): Barriers to management of tree diseases: Framing perspectives of pinewood managers around *Dothistroma* needle blight. *J. Env. Manag.* 188: 238–245.
- Matsiakh I., Kramarets V., Cleary M. (2021): Occurrence and diversity of *Phytophthora* species in declining broadleaf forests in western Ukraine. *For. Pathol.* 51: e12662.
- McKinney L. V., Nielsen L.R., Collinge D.B. et al. (2014): The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. *Plant Pathol.* 63: 485–499.
- McLeod G.M., Gries R., von Reuß S.H. et al. (2005): The pathogen causing Dutch elm disease makes host trees attract insect vector. *Proc. R. Soc. B.* 272: 2499–2503.
- Meentemeyer R., Rizzo D., Mark W., Lotz E. (2004): Mapping the risk of establishment and spread of sudden oak death in California. *For. Ecol. Manag.* 200: 195–214.
- Meyer H.J., Norris D.M. (1973): A mathematical relation to describe the influence of wind on the initial flight dispersal of *Scolytus multistriatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Ent. Soc. Am.* 66: 505–508.
- Moreira A.C., Martins J.M.S. (2005): Influence of site factors on the impact of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak stands in Portugal. *For. Pathol.* 35: 145–162.
- Mrázková M., Černý K., Tomšovský M., Strnadová V. (2011): *Phytophthora plurivora* T. Jung & T. I. Burgess and other *Phytophthora* species causing important diseases of ericaceous plants in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 47: 13–19.
- Mrázková M., Černý K., Tomšovský M. et al. (2013): Occurrence of *Phytophthora multivora* and *Phytophthora plurivora* in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 49: 155–164.
- Müller J. (2003): Rost-, Brand- und Falsche Mehltaupilze neu für Mähren und tschechisch Schleisen. *Czech Mycol.* 55: 277–290.
- Nesbitt H.J., Malajczuk N., Glenn A.R. (1979): Effect of organic matter on the survival of *Phytophthora cinnamomi* in soil. *Soil Biol. Biochem.* 11: 133–136.
- Nielsen L.R., McKinney L.V., Hietala A.M., Kjær E.D. (2016): The susceptibility of Asian, European and North American *Fraxinus* species to the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* reflects their phylogenetic history. *Eur. J. For. Res.* 136: 59–73.
- Norris D.M. (1965): In flight dispersal and orientation of two *Scolytus* species (Coleoptera) to their host plants for ovipositional purposes. *Proceedings of the 12th International Congress of Entomology (1964)*, p. 293.
- O'Gara E., Howard K., Wilson B., Hardy G.E.S.J. (2005): Management of *Phytophthora cinnamomi* for biodiversity conservation in Australia: Part 1 – A review of current management. Murdoch University, Western Australia.
- Ogris N., Jurc D., Jurc M. (2006): Spread risk of Eutypella canker of maple in Europe. *EPPO Bull.* 36: 475–485.
- Pajares J.A. (2004): Elm breeding for resistance against bark beetles. *Invest Agrar. Sist. Recur. For.* 13: 207–215.

- Parke J.L., Knaus B.J., Fieland V.J. et al. (2014): *Phytophthora* community structure analyses in Oregon nurseries inform systems approaches to disease management. *Phytopathol. Mediterr.* 104: 1052–1062.
- Pautasso M., Aas G., Queloz V. et al. (2013): European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – a conservation biology challenge. *Biol. Conserv.* 158: 37–49.
- Peace T.R. (1955): Sooty bark disease of sycamore – a disease in eclipse. *Q. J. Forest.* 49: 197–204.
- Peterson G.W. (1967): Dothistroma needle blight of pines in North America. Proceedings of the Fourteenth IUFRO Congress, Munich, Germany, p. 269–278.
- Pöldmaa K. (1997): Explosion of *Melampsorium* sp. on *Alnus incana*. *Folia Cryptog. Estonica* 31: 48–50.
- Raffa K.F., Aukema B.H., Bentz B.J. et al. (2015): Responses of tree-killing bark beetles to a changing climate. In Björkman Ch, Niemelä P (eds.) *Climate change and insect pests*. CAB International p. 173–201.
- Redondo M., Boberg J., Olsson C., Oliva J. (2015): Winter conditions correlate with *Phytophthora alni* subspecies distribution in Southern Sweden. *Phytopathology* 105: 1191–1197.
- Riegler-Hager H., Scheuer C., Zwetko P. (2003): Der Erlen-Rost *Melampsorium hiratsukanum* in Österreich. *Wulfenia* 10: 135–143.
- Robeck P. (2007): Die Russrindenkrankheit (*Cryptostroma corticale*) des Ahorns in Deutschland. Leipzig: Grin Verlag. 40 p.
- Romportl D., Chumanová E., Havrdová L. et al. (2016): Potential risk of occurrence and impact of *Phytophthora alni* in forests of the Czech Republic. *J. Maps* 12: 280–284.
- Rudinsky J.A. (1962): Ecology of Scolytidae. *Annu. Rev. Entomol.* 7: 327–348.
- Rytkönen A., Lilja A., Werres S. et al. (2013): Infectivity, survival and pathology of Finnish strains of *Phytophthora plurivora* and *Ph. pini* in Norway spruce. *Scand. J. For. Res.* 28: 307–318.
- Sansford C., Inman A.J., Baker R., et al. (2009): Risk analysis for *Phytophthora ramorum*, a newly recognised pathogen threat to Europe and the cause of Sudden Oak Death in the USA (RAPRA), 310 p.
- Santini A.L., Ghelardini C., De Pace M.L. et al. (2013): Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytol.* 197: 238–250.
- Schenck N., Saurat C., Guinet C. et al. (2018): First report of *Phytophthora ramorum* causing Japanese Larch dieback in France. *Plant Dis.* 102: 2045–2045.
- Schumacher J. (2011): The general situation regarding ash dieback in Germany and investigations concerning the invasion and distribution strategies of *Chalara fraxinea* in woody tissue. *EPPO Bull.* 41: 7–10.
- Schumacher J., Leonhard S., Grundmann B.M., Roloff A. (2006): New alder disease in Spreewald biosphere reserve – causes and incidental factors of an epidemic. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 58: 141–147.
- Sinclair W.A., Lyon H.H. (2005): *Diseases of trees and shrubs*. 2nd. ed. Cornell University Press, 660 p.
- Skovsgaard J.P., Wilhelm G.J., Thomsen I.M. et al. (2017): Silvicultural strategie for *Fraxinus excelsior* in response to dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forestry* 90: 455–472.
- Solla A., Gil L. (2002): Influence of water stress on Dutch elm disease symptoms in *Ulmus minor*. *Can. J. Bot.* 80: 810–817.
- Solla A., Gil L. (2002): Xylem vessel diameter as a factor in resistance of *Ulmus minor* to *Ophiostoma novo-ulmi*. *For. Pathol.* 32: 123–134.
- Spiers A.G., Hopcroft D.H. (1993): Black canker and leaf spot of *Salix* in New Zealand caused by *Glomerella miyabeana* (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Eur. J. For. Pathol.* 23: 92–102.
- Streito J.C., Legrand P.H., Tabary F., Villartay G.J.D. (2002): *Phytophthora* disease of alder (*Alnus glutinosa*) in France: investigations between 1995 and 1999. *Forest Pathol.*, 32: 179–191.
- Strnadová V., Černý K., Gabrielová Š. (2008): *Phytophthora alni* a povodně – dva hlavní faktory zodpovědné za chřadnutí olší v ČR. *Lesnická Práce* 87: 20–21.
- Strnadová V., Černý K., Holub V., Gregorová B. (2010): The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. *J. For. Sci.* 56: 41–46.
- Struková S., Vosátka M., Pokorný J. (1996): Root symbioses of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. and their possible role in alder decline: A preliminary study. *Fol. Geobot. Phytotax.* 31:153–162.
- Sutherland M.L., Pearson S., Brasier C.M. (1997): The influence of temperature and light on defoliation levels of elm by Dutch elm disease. *Phytopathology* 87: 576–581.
- Swain S.V., Koike S.T., Michailides T.J. et al. (2012): First report of twig canker on willow caused by *Colletotrichum acutatum* in California. *Plant Dis.* 96: 1822–1822
- Szabo I. (2002): First report of *Melampsorium hiratsukanum* on common alder in Hungary. *Plant. Pathol.* 51: 804.
- Štěpánková P., Černý K., Strnadová V. et al. (2013): Identification of *Phytophthora alni* subspecies and their distribution in river system in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci* 49, Special Issue: S3–S10.
- Thoirain B., Husson C., Marçais B. (2007): Risk factors for the *Phytophthora*-induced decline of alder in Northeastern France. *Phytopathology* 97: 99–105.
- Thomas J.B. (1971): Smaller European elm bark beetle found in Sault Ste. Marie, Ontario. Department of Forestry, Canada, Bimonth. Res. Notes 27: 3.
- Thompson S.E., Levin S., Rodriguez-Iturbe I. (2014): Rainfall and temperatures changes have confounding impacts on *Phytophthora cinnamomi* occurrence risk in the southwestern USA under climate change scenarios. *Glob. Change Biol.* 20: 1299–1312.
- Timmermann V., Børja I., Hietala A.M. et al. (2011): Ash dieback: pathogen spread and diurnal patterns of ascospore dispersal, with special emphasis on Norway. *EPPO Bull.* 41: 14–20.
- Tolasz R., Míková T., Valeriánová A. et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Univerzita Palackého v Olomouci, ČHMÚ, Olomouc, Praha, 255 p.
- Tooley P.W., Browning M. (2009): Susceptibility to *Phytophthora ramorum* and inoculum production potential of some common eastern forest understory plant species. *Plant Dis.* 93: 249–256.
- Tooley P.W., Browning M. (2016): The effect of exposure to decreasing relative humidity on the viability of *Phytophthora ramorum* sporangia. *J. Phytopathol.* 164: 874–881.
- Tooley P.W., Browning M., Berner D. (2008): Recovery of *Phytophthora ramorum* following exposure to temperature extremes. *Plant Dis.* 92: 431–437.
- Tooley P.W., Kyde K.L., Englander L. (2004): Susceptibility of selected ericaceous ornamental host species to *Phytophthora ramorum*. *Plant Dis.* 88: 993–999.
- Turner J., Jennings P., Humphries G. (2005): *Phytophthora ramorum* epidemiology: sporulation potential, dispersal, infection, latency and survival. Defra Project Report PH0194. Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Tykhonenko Y.Y., Heluta V.P., Dudka I.O. (2016): New records of the invasive fungus *Melampsorium hiratsukanum* (Pucciniales) in Ukraine. *Ukr. Bot. J.* 73: 385–389.
- Urban Z., Marková J. (2009): Catalogue of rust fungi of the Czech and Slovak Republics, 366 p.
- Vettraino A.M., Morel O., Perlerou C. et al. (2005): Occurrence and distribution of *Phytophthora* species associated with ink disease of chestnut in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 111: 169–180.
- Villebonne D., Maugard F. (1999): Rapid development of Dothistroma needle blight (*Scirrhia pini*) on Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) in France. *La Sante des Forets, Annual Report 1998, Cahier du DSF1*, 30–32.

- Von Keyserlingk H. (1980): Control of Dutch elm disease by behavioural manipulations of its vectors. *Meded Fac Landbouw Rijksuniv Gent*, 45: 475–488.
- Wallace P. (1940): Notes on the smaller European elm bark beetle *Scolytus multistriatus* Marsham. In Connecticut State Entomologist thirty-ninth report 1939. Connecticut Agricultural Experiment Station, Bulletin, 434, p. 293–311.
- Wallace P.P., Beard R.L. (1943): The effect of low temperature upon mortality of the larvae of *Scolytus multistriatus* Marsham. *Bulletin Connecticut Agricultural Experiment Station*, 472: 291–304.
- Water J. (1981): *Plantenziektenkundige Dienst Wageningen Jaarboek 1980*. Verslagen en Medelingen, 157: 69–71.
- Watt M.S., Kriticos D.J., Alcaraz S. et al. (2009): The hosts and potential geographic range of *Dothistroma* needle blight. *For. Ecol. Manage.* 257: 1505–1519.
- Webber J.F. (2004): Experimental studies on factors influencing the transmission of Dutch elm disease. *Forest Systems* 13: 197–205.
- Webber J.F., Brasier C.M. (1984): The transmission of Dutch elm disease: A study of the processes involved. In Anderson J.M., Rayner A.D.M., Walton D. (eds.). *Invertebrate – microbial interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 161–193.
- Webber J.F., Mullett M., Brasier C.M. (2010): Dieback and mortality of plantation Japanese larch (*Larix kaempferi*) associated with infection by *Phytophthora ramorum*. *New Dis. Reports* 22: 19.
- Weiss A.D. (2001): Topographic position and landforms analysis. Poster session presented at: ESRI Users Conference; San Diego, CA. http://www.jennessent.com/downloads/TPI-poster-TNC_18x22.pdf.
- Wilson B., Howard K., O’Gara E., Hardy G.E.S.J. (2005): Management of *Phytophthora cinnamomi* for biodiversity conservation in Australia: Part 3 – Risk assessment for threats to ecosystems, species and communities: A review. Murdoch University, Western Australia.
- Woods A., Coates K.D., Hamann A. (2005): Is an unprecedented *Dothistroma* needle-blight epidemic related to climate change? *BioScience* 55: 761–769.
- Yang X., Madden L.V., Wilson L.L., Ellis M.A. (1990): Effect of surface topography and rain intensity on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80: 1115–1120.
- Zhao Y.-J., Hosoya T., Baral H.-O., et al. (2012): *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the correct name for *Lambertella albida* reported from Japan. *Mycotaxon* 122: 25–41.

8. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Brestovanská T., Chumanová E., Černý K., Havrdová L., Zahradník D., Zýka V. (2020): Predikční mapy nekrózy jasanu jako užitečný podklad pro lesnický management. *Lesnická práce* 99(3): 48–50.
- Černý K. (2016). Nepůvodní invazní patogeny dřevin – výzva nebo předem ztracený boj? *Živa* 6: 286–291.
- Černý K. (2017): Dlouhodobý dopad invazních patogenů dřevin na lesní hospodářství. In: Petřík P. et al. (eds.) *Krajina a lidé*. Praha, Academia, 70–73.
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2012): Influence of low temperature and frost duration on *Phytophthora alni* subsp. *alni* viability. *Forest Systems* 21: 337–342.
- Černý K., Havrdová L. (2018): Možnosti managementu nekrózy jasanu v městské zeleni. *Zahradnictví* 17(11): 46–49.
- Černý K., Havrdová L., Hrabětová M. (2017): Možnosti eliminace nekrózy jasanu ve školkařských provozech. *Zahradnictví*, 16(9): 53–57.
- Černý K., Havrdová L., Němec P., Hrabětová M., Mrázková M., Zahradník D., Grígel J., Šetinová D. (2020): Integrovaná ochrana sazenic v lesních školkách před patogeny z r. *Phytophthora*. *Certifikovaná metodika MZe (68354/2020-MZE-16222/Mz16)*, VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 35 p.
- Černý K., Havrdová L., Zlatník V., Hrabětová M. (2016): Pěstování jasanu v prostředí s výskytem *Hymenoscyphus fraxineus*. *Certifikovaná metodika MZe (73910/2016-MZE-16222/M140)*. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 51 p.
- Černý K., Hrabětová M., Svobodová I., Mrázková M., Kowalski T. (2017): *Eutypella parasitica* naturalised in Bohemian and Polish Silesia. *For. Pathol.* 47: e12347.
- Černý K., Mrázková M., Hrabětová M. (2017): Význam patogenů z r. *Phytophthora* ve školkařství a možnosti ochrany – I. Díl. *Zahradnictví*, 16(9): 50–52.
- Černý K., Mrázková M., Hrabětová M. (2017): Význam patogenů z r. *Phytophthora* ve školkařství a možnosti ochrany II. Díl. *Zahradnictví*: 16(10): 38–41.
- Černý K., Pešková V., Soukup F., Havrdová L., Strnadová V., Zahradník D., Hrabětová M. (2016): Gemmamyces bud blight of *Picea pungens*: A sudden disease outbreak in Central Europe. *Plant Pathol.* 65: 1267–1278.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Zahradník D., Vait J., Bárta V. (2017): Současné rozšíření fytoftorové hniloby olší v břehových porostech vodních toků povodí Vltavy a faktory ovlivňující rozsah škod. *Vodní Hospodářství*. 2017/4: 20–25.
- Černý K., Strnadová V. (2010): *Phytophthora* alder decline: disease symptoms, causal agent and its distribution in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 46: 12–18.
- Černý K., Strnadová V. (2012): Winter Survival of *Phytophthora alni* subsp. *alni* in aerial tissues of black alder. *J. For. Sci.* 58: 328–336.
- Černý K., Strnadová V. (2016): Identifikace invazibilních oblastí, stanovišť a porostů jako základ dlouhodobého managementu fytoftorové hniloby olší. *Certifikovaná metodika MZe (2472/2017-MZE-16222/M142)*, VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 27 p.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Romportl D. (2016): Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. *Předběžné výsledky*. *Vodní hospodářství*. 66(8): 1–5.
- Černý K., Svobodová I., Mrázková M., Zýka V., Hrabětová M. (2016): Významný patogen javorů bradavkatka parazitická *Eutypella parasitica* R.W. Davidson & R.C. Lorenz v ČR. *Rostlinolékař*, 6/2016: 26–29.
- Černý K., Tsykun T., Strnadová V., Mrázková M., Hrabětová (2020): Plíseň buková – nebezpečný invazní patogen buku lesního zdomácněl v ČR. *Ochrana přírody* 4: 26–29.
- Černý K., Zahradník D., Chumanová E., Havrdová L., Pešková V., Strnadová V., Romportl D. (2017): Fytoftorová hniloba olše – predikce rozšíření a rozsahu choroby v lesních porostech olší v ČR. *Rostlinolékař*, 2017/4: 20–24.
- Gregorová B., Černý K., Holub V., Strnadová V., Rom J., Šumpich J., Kloudová K. (2006): Poškození dřevin a jeho příčiny. *AOPK ČR Praha, VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, Praha, 504 p.*
- Havrdová L., Černý K. (2017): Symptomatologie nekrózy jasanu. *Certifikovaná metodika MZe (30179/2017-MZE-16222/M143)*. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 34 p.
- Havrdová L. (2015). Analýza vybraných faktorů ovlivňujících výskyt *Chalara fraxinea* v prostředí. ČZU v Praze, disertační práce, 106 p.
- Havrdová L., Černý K. (2012): Invaze *Chalara fraxinea* v CHKO Lužické hory – předběžné výsledky výzkumu. *Acta Pruhoniciana* 100: 137–145.
- Havrdová L., Černý K. (2013): Nekróza jasanu – přehled současných znalostí. In: *Seminář LOS*, 11. 4. 2013, Škodliví činitelé v lesích Česka 2012/2013, Průhonice, Zpravodaj ochrany lesa 17: 54–61.
- Havrdová L., Černý K., Pešková V. (2013): *Hymenoscyphus pseudoalbidus* V. Queloz, C. R. Grünig, R. Berndt, T. Kowalski, T. N. Sieber et O. Holdenrieder (anamorfa *Chalara fraxinea* T. Kowalski). Nekróza jasanu. *Lesnická práce* 92/6, Příloha, 4 p.
- Havrdová L., Novotná K., Zahradník D., Buriánek V., Pešková V., Šrůtka P., Černý K. (2016): Differences in susceptibility to ash dieback in Czech provenances of *Fraxinus excelsior*. *For. Pathol.* 46: 281–288.
- Havrdová L., Zahradník D., Černý K., Chumanová E., Romportl D., Pešková V. (2016): Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nekrozou jasanu. *Specializovaná mapa s odborným obsahem MZe (60487/2016-MZE-16222/MAPA656)*. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 43 p.
- Havrdová L., Zahradník D., Romportl D., Pešková V., Černý K. (2017): Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. In: Enderle R. et al. (eds.), *Baltic Forestry* 23/1 Special Issue: 168–182.
- Hrabětová M., Černý K., Zahradník D., Havrdová L. (2017): Efficacy of fungicides on the in vitro growth of *Hymenoscyphus fraxineus* and their potential control of ash dieback in the forest nurseries. *For. Pathol.* 47: e12311.
- Chumanová E., Romportl D., Havrdová L., Zahradník D., Pešková V., Černý K. (2019): Predicting severity of ash dieback disease in the Czech Republic using regression-based models and GIS. *Scan. J. For.* 34: 254–266.
- Kelnarová I., Černý K., Zahradník D., Koukol O. (2017): Widespread latent infection of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for its urban plantations. *For. Pathol.* 47: e12344.
- Koukol O., Havrdová L. (2014). Vřeckovýtrusá zkáza jasanů. *Živa* 1: 7–10.
- Mizeriene G., Cerny K., Zyka V., Bakonyi J., Nagy Z.A., Oliva J., Redondo M.A., Corcobado T., Martin-Garcia J., Prospero. S. (2020): Patterns of genetic diversification in the invasive hybrid plant pathogen *Phytophthora x alni* and its parental species *P. uniformis*. *Phytopathology*, 110 doi: 10.1094/PHYTO-12-19-0475-R.
- Mrázková M., Černý K., Tomšovský M., Strnadová V. (2011): *Phytophthora plurivora* T. Jung & T. I. Burgess and other *Phytophthora* species causing important diseases of ericaceous plants in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 47: 13–19.
- Mrázková M., Černý K., Tomšovský M., Strnadová V., Gregorová B., Holub V., Pánek M., Havrdová L., Hejná M. (2013): Occurrence of *Phytophthora multivora* and *Phytophthora plurivora* in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 49:155–164.

- Novotná K., Štochlová P., Havrdová L., Černý K. (2017): Současná ohrožení vybraných klíčových dřevin lužních lesů a břehových porostů a možnosti jejich eliminace. *Ochrana přírody* 6/2017: 24–27.
- Romportl D., Chumanová E., Havrdová L., Pešková V., Černý K. (2016): Potential risk of occurrence and impact of *Phytophthora alni* in forests of the Czech Republic. *J. Maps* 12: 280–284.
- Skovsgaard J. P., Wilhelm G. J., Thomsen I. M., Metzler B., Kirisits T., Havrdová L., Enderle R., Dobrowolska D., Cleary M., Clark J. (2017): Silvicultural strategies for *Fraxinus excelsior* in response to dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forestry*, doi:10.1093/forestry/cpx012.
- Štěpánková P., Černý K., Strnadová V., Hanáček P. & Tomšovský M. (2013): Identification of *Phytophthora alni* subspecies and their distribution in river system in the Czech Republic. *Plant Prot. Sci.* 49, Special Issue: S3–S10.
- Štochlová P., Kozlíková K. & Černý K. (2012): Factors affecting *Phytophthora alni* subsp. *alni* infection development in black alder segments. *J. For. Sci.* 58: 123–130.
- Štochlová P., Novotná K., Černý K. (2016): Variation in *Alnus glutinosa* susceptibility to *Phytophthora ×alni* infection and its geographic pattern in the Czech Republic. *For. Pathol.* 46: 3–10.

Poděkování

Metodika je výstupem výzkumného projektu TH03030306 „Invasní nepůvodní mikroorganismy jako riziko pro lesní ekosystémy ČR. Identifikace, analýza impaktu a návrh mitigačních a adaptačních opatření se zaměřením na zvláště chráněná území“ a byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Epsilon. Velké díky patří recenzentkám metodiky RNDr. Jaroslavě Markové, CSc. (Univerzita Karlova v Praze) a Mgr. Lence Reiterové (Správa Národního parku Podyjí) a za poskytnutí fotografií Dr. Richardu O'Hanlonovi (AFBI, Severní Irsko, str. 36, 37, obr. H a I, symptomy *P. ramorum* na modřínu) a Ing. Petru Stiborovi (Povodí Ohře, s.p., str. 29, obr. D, grafioza jilmu, infekce po zralostním žíru).

Slovníček

Acervulus – zpravidla tlustostěnná drobná plodnice nepohlavního stádia některých askomycetů. Obvykle se zakládá pod pokožkou hostitele, po dozrání spor ji protrhne a spory se uvolní do prostředí.

Alopoloid (alopolyploid) – jedinec, kmen, druh jehož genetická informace je složená ze dvou či více chromozomálních sad různých rodičovských druhů.

Apresorium – specializovaná buňka některých patogenů vytvářející se na jejich hyfách v kontaktu s živými buňkami hostitele. Pórem v apresoriu pak do buňky hostitele proniká penetrační hyfa.

Askospora – pohlavní spora askomycetů (vřeckatých hub).

Biotrof – patogen uplatňující biotrofní strategii a čerpá živiny z buněk a pletiv hostitele, které ponechává delší dobu naživu. Napadení většinou ústí ve významnější ztráty asimilátů, k odumření hostitele dochází spíše zřídka. Typickými zástupci jsou např. rzi a padlí. Biotrofie je nahlížena jako evolučně pokročilý typ parazitismu. Biotrofní patogeny obvykle vytváří rozmnožovací struktury na živých pletivech hostitele.

Dioecie (heteroecie) – dvoubytnost. Rzi s komplikovanějším vývojovým cyklem prodělávají životní cyklus na dvou různých hostitelích, často ze zcela odlišných taxonomických skupin. Takto u *M. hiratsukanum* je jarní stádium vázáno na modřín (mezihostitel), ostatní stádia pak na olši (hlavní hostitel).

Hemibiotrof – patogen kombinující biotrofní (v první fázi napadení) a posléze nekrotrofní strategii parazitace.

Heterozygosita – nukleotidová diverzita.

Homothalismus – u homothalických druhů oomycetů může docházet k pohlavnímu procesu v rámci jednoho mycelia (jedince). U druhů heterothalických je pro tvorbu pohlavních orgánů nutná přítomnost dvou individuů odlišných párovacích typů (označovaných jako A1 a A2) produkujících odlišné párovací hormony (na bázi diterpenů); hormony jsou po uvolnění do prostředí odpovědné za indukci tvorby pohlavních orgánů. Situace je v reálu složitější, mj. zde existuje významná mezidruhová univerzalita v párovacích hormonech, což je patrně jednou z příčin snadné mezidruhové hybridizace v rámci rodu *Phytophthora*. Párování u hub je založeno na jiné bázi.

Chlamydospora – nepohlavní tlustostěnná odpočívající spora sloužící k přežívání nepříznivých období (zima, období sucha, nepřítomnost hostitele), u některých druhů může přežívat i řadu let.

Konidie – nepohlavní spora askomycetů (vytvořená zpravidla na specializované vláknité struktuře – konidioforu). Fialida – lahvicovitý typ konidiogenní buňky.

Kryptogenní – nejasného původu. Vzhledem k objektivním příčinám (obtížnost studia, finanční náročnost atp.) jsou bohužel dosud u velkého množství nově se objevivších druhů jejich původní areály neznámy.

Nekrotrof – patogen uplatňující destruktivní strategii, při které dochází k odumírání buněk a pletiv hostitele často značného rozsahu. Tyto druhy patogenů často vylučují celulólytické enzymy, fytotoxiny a další extracelulární látky do hostitelských pletiv před i během jejich kolonizace. Infekce nekrotrofů má několik typických stádií – přisednutí spory, klíčení, penetraci hostitele, tvorbu primární léze, expanzi a nakonec rozklad pletiv hostitele. V průběhu poslední fáze jsou obvykle získány živiny k tvorbě rozmnožovacích struktur patogenu, ty jsou vytvářeny již na odumřelých pletivech hostitele.

Oligofág – patogen schopný parazitovat jen na několika obvykle příbuzných (např. v rámci rodu, čeledi) hostitelských druhů. Typickým oligofágem je např. *Hymenoscyphus fraxineus* nebo *Ophiostoma novo-ulmi*. Opakem je polyfág, jehož hostitelské spektrum je více či méně široké a může zahrnovat hostitele ze zcela odlišných taxonomických skupin. Nejznámějším polyfágem je *Phytophthora cinnamomi* s více než 5000 doloženými hostiteli. Nebezpeční polyfágové mohou představovat vážné riziko i pro poměrně složité systémy a pestré biotopy.

Oogonium – samičí gametangium oomycetů; anteridium je samčí pohlavní orgán, který může obalovat stopku oogonia (pak se nazývá amfigynní) nebo je k ní volně přiložen (paragynní). Zygota se nazývá oospora, obvykle je tlustostěnná a je schopna dlouhou dobu (roky) přežívat nepříznivé podmínky.

Pseudosklerocium – makroskopický pevný útvar tvořený hyfami houby připomínající sklerocium a na rozdíl od něj obsahující např. mumifikované zbytky substrátu (těla rostliny), obvykle slouží k přežívání nepříznivých období, mohou se na něm vytvářet nepohlavní spory atp.

Polycyklická choroba – choroba způsobená patogenem, který je schopen uskutečnit více infekčních cyklů během vegetační sezóny. Cyklus některých patogenů může být uzavřen během několika dnů – např. u některých rzí (letní stádium) a padlí nebo oomycetů; celkem za příznivých podmínek může být během vegetace uskutečněno i několik desítek cyklů. Pro tyto patogeny jsou typické rychlé nárůsty populační hustoty, což v případě nebezpečných patogenů může představovat velké riziko pro populaci hostitele. Jiné druhy (často nekrotrofové) způsobují unicyklické choroby (typicky např. voskovička jasanová, červená sypavka borovice) nebo jsou schopny uskutečnit jen několik málo cyklů.

Stroma – makroskopický kompaktní útvar tvořený hyfami houby, zpravidla obsahuje rozmnožovací struktury houby.

Systemické přípravky (fungicidy) – pronikají do těla rostlin a jsou rozváděny do celých orgánů či celých těl rostlin. Vhodné k použití tam, kde je obtížné přípravky dopravit přímou aplikací na místa účinku (k místům s přítomností patogenu). Obvykle jsou díky této vlastnosti velmi efektivní a spolu s vhodnou aplikační metodou (injektáž) i zásadně šetrnější k životnímu prostředí. V ČR je použití těchto metod zatím v plenkách.

Synnema – vzpřímená myceliální struktura, vynášející do výše konidiofory (viz výše), obvykle napomáhá efektivnímu šíření spor patogenu.

Thyl – výběžek vytvořený vychlíněním buňky parenchymu skrze tečku do lumenu cévy. Pomocí thylů rostlina může uzavřít lumen cévy a zabránit tak např. prorůstání patogenů; thylly jsou rovněž indukovány v případě poranění.

Zoospora – nepohlavní pohyblivá bičíkatá spora oomycetů (vznikající v zoosporangiu). Zoospory jsou schopny vyhledávat aktivně pletiva svého hostitele na základě chemoatrakce.

STUDIO  PRESS

© Grafická úprava: Studio Press s. r. o.
Sazba a tisk: Studio Press s. r. o., Pardubice

