

**Identifikace invazibilních oblastí,
stanovišť a porostů
jako základ dlouhodobého
managementu
fytoftorové hniloby olší**

Karel Černý, Veronika Strnadová

Identifikace invazibilních oblastí, stanovišť a porostů jako základ dlouhodobého managementu fytoftorové hniloby olší

Certifikovaná metodika

Autoři:

Mgr. Karel Černý, Ph.D. *, Ing. Veronika Strnadová

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

Květnové nám., 391

Průhonice, 252 43

(autorské podíly v %: 60, 40)

* Karel.Cerny@vukoz.cz, +420 296 528 232

© Karel Černý, Veronika Strnadová, 2016

ISBN: 978-80-87674-22-2

Schváleno k použití Ministerstvem zemědělství ČR. Osvědčení č. 2472/2017-MZE-16222/M142.

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1220219 Ministerstva zemědělství ČR.

Recenzenti:

Mgr. Jiří Vait (Povodí Vltavy, státní podnik)

Ing. Martin Veselý (Ministerstvo zemědělství ČR)

Obsah

1. Úvod	2
1.1. Olše a plíseň olšová	2
1.2. Význam plísně olšové	3
1.3. Ekologie a distribuce plísně olšové v ČR.....	6
2. Cíl metodiky	10
3. Vlastní popis metodiky	10
3.1. Invazibilita a citlivost biotopu.....	10
3.2. Porovnání citlivosti jednotlivých biotopů s olší.....	16
3.3. Preventivní a ochranná opatření.....	18
4. Srovnání novosti postupů.....	20
5. Popis uplatnění certifikované metodiky.....	21
6. Ekonomické aspekty	21
7. Seznam použité související literatury	22
8. Seznam publikací, které předcházely metodice	25
Poděkování	27

1. Úvod

1.1. Olše a plíseň olšová

Olše lepkavá *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a olše šedá *Alnus incana* (L.) Moench sice nepatří v lesním hospodářství mezi hlavní dřeviny – jejich podíl v lesních porostech České republiky činí jen 1,6 % (Riedl et al. 2014), přesto jsou olše v řadě lesních typů dřevinou klíčovou a nezastupitelnou – zejména pak v souborech lesních typů 3-6L, 1U, 1G (částečně rovněž 3-8G), 1T a to zejména vzhledem ke své ekologii a schopnosti růstu na stanovištích s nadbytkem vody, kde mnohé jiné dřeviny trpí stresem (Černý et Strnadová 2011). Významný je rovněž jejich účinek meliorační, kdy díky schopnosti symbiotických bakterií a na dusík bohatému opadu významně přispívají k cyklu dusíku jak na lokální, tak na krajinné úrovni (Bjelke et al. 2016) a k urychlení dekompozičních procesů (Handa et al. 2014). Význam olše narůstá v některých SLT (typicky řady obohacené vodou) vzhledem k současné epidemii nekrózy jasanu, která jej těžce postihuje zejména na vlhkých stanovištích (Havrdová et al. 2016). Olše je edifikátorem řady vlhkomilných společenstev, která jsou velmi ceněna z hlediska ochrany přírody a vodohospodářství – mokřadních olšin, údolních jasanovo-olšových luhů a horských olšin s olší šedou (Natura 2000: L1, L2.1, L2.2).

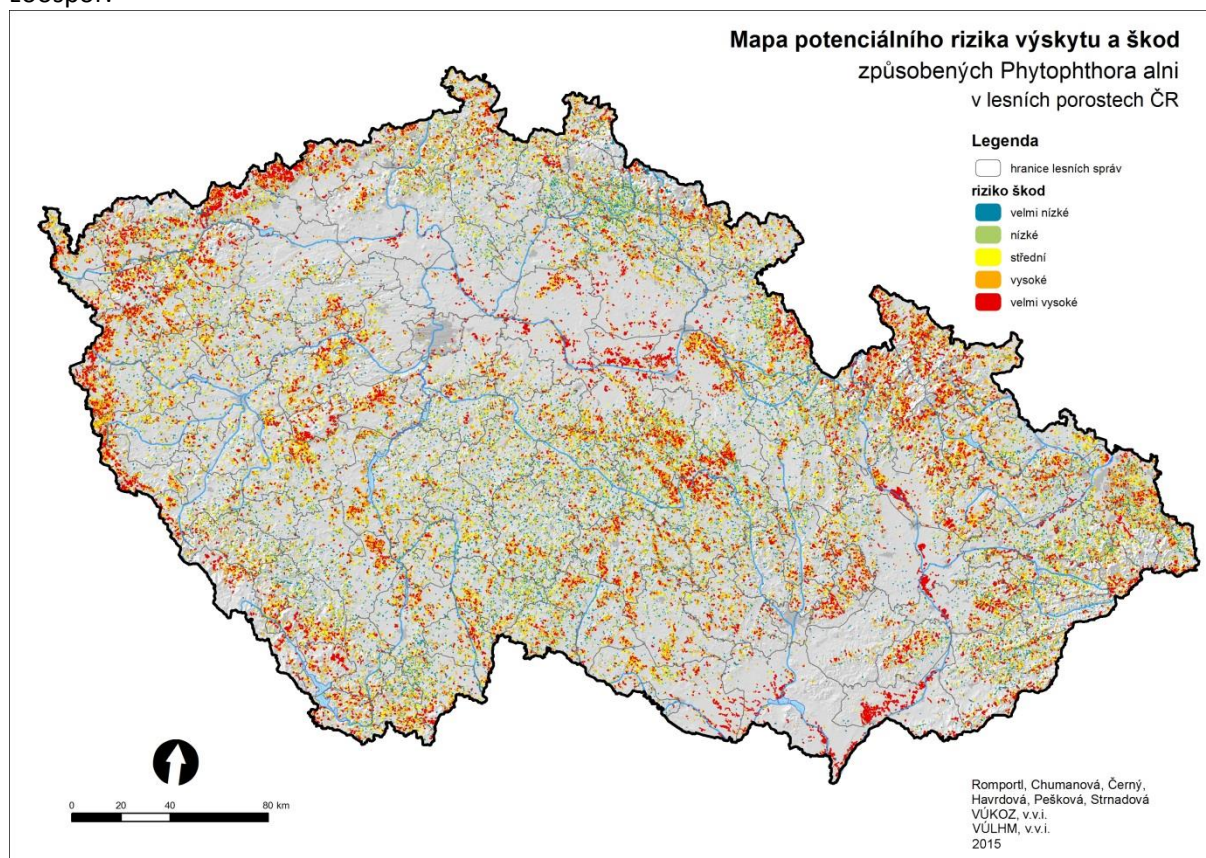
Oba druhy olší mají vzhledem ke svým ekologickým a technickým vlastnostem nezastupitelnou úlohu ve fixaci břehů – např. na skladbě břehových porostů toků v povodí Vltavy se podílejí zhruba jednou polovinou (Strnadová 2013). Význam olše v břehových porostech je enormní. Významná je zejména funkce protierozní a stabilizační (Válek 1977; Černý et Strnadová 2010; Claessens et al. 2010). Významně se rovněž podílí na zastínění toků a regulaci teploty vody, což je důležité pro řadu organismů. Olše produkuje opad bohatý na dusík, který je velmi atraktivní pro řadu vodních detritivorů, olše pak sama je významným zdrojem živin a zdrojů energie v ekosystémech toků. Olše je významným habitatem pro řadu bezobratlých, které pak slouží jako potrava rybám a vodním predátorům (Wipfli 1997). Hustá síť kořenů je sama významným habitatem řady bezobratlých i ryb (Flory et Milner 1999; Erős et al. 2003; Brauns et al. 2007). Vodní toky se stromovou vegetací porostlými břehy jsou pak významné z hlediska rekreace, estetiky a outdoorových aktivit včetně rybaření (Burns et Honkala 1990). Olše má rovněž vzhledem ke své schopnosti šíření velký význam ve spontánní rekolonizaci břehů po disturbancích a je velmi hojnou dřevinou podél toků (např. Hibbs et al. 1994).

V posledních cca 15 letech jsou olše v ČR významně postihovány často letální fytoftorovou hnilobou kořenů a krčků, která významně poškozuje strukturu a funkce porostů olší a mj. je v současnosti největším problémem v pěstování olše vůbec. Tato choroba je způsobována plísní olšovou, jedním z nejvýznamnějších introdukovaných patogenů dřevin, kterou lze po právu zařadit mezi nejzávažnější z nich – tzv. transformery (Černý 2016), tj. organismy, které mění charakter, strukturu a fungování invadovaných ekosystémů v rozsáhlých oblastech (Richardson et al. 2000). Nebezpečnost tohoto organismu pro olši jako svého hostitele je navíc umocněna tím, že oba organismy sdílejí jednu významnou vlastnost – vazbu na vodu – a tedy se v přírodním prostředí přirozeně setkávají.

Plíseň olšová – *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk, je oligofágní patogen olší, který byl v Evropě poprvé zjištěn v r. 1993 (Gibbs 1995). Tento souborný druh se skládá ze tří taxonů – plísně olšové *sensu stricto* (*P. xalni*) a jeho rodičů, kterými jsou severoamerický druh *P. uniformis* a hybridogenní taxon *P. xmultiformis* nejasného původu (Husson et al. 2015). Nejvíce nebezpečný je taxon *P. xalni*, který plošně poškozuje výsadby a porosty olší a způsobuje masivní škody v mnoha státech západní a střední Evropy (Bjelke et al. 2016).

Plíseň olšová patří do rodu *Phytophthora* (Peronosporaceae: Peronosporomycota – řasovky), který se sestává z patogenních organismů způsobující obvykle zásadní poškození rostlin – celosvětově patří mezi jejich vůbec nejcitovanější patogeny (Erwin et Ribeiro 1996). Mezi nejvýznamnější z nich patří např. plíseň bramborová (*P. infestans*) zodpovědná za irský hladomor ve 40. letech 19. století, p. skořicová (*P. cinnamomi*) poškozující rozsáhlé plochy původních ekosystémů Austrálie, *P. ramorum*,

kteřá zásadním způsobem poškozuje dubové lesy na západním pobřeží Severní Ameriky či rozsáhlé výsadby modřínů na britských ostrovech anebo právě plíseň olšová. Pro mnoho těchto patogenů je příznačná jejich silná vazba na vodní prostředí, ve kterém se rozmnožují a šíří pomocí dvoubíčíkatých zoospor.



Obr. 1. Riziko výskytu plísně olšové v lesích ČR (převzato z Romportl et al. 2015)

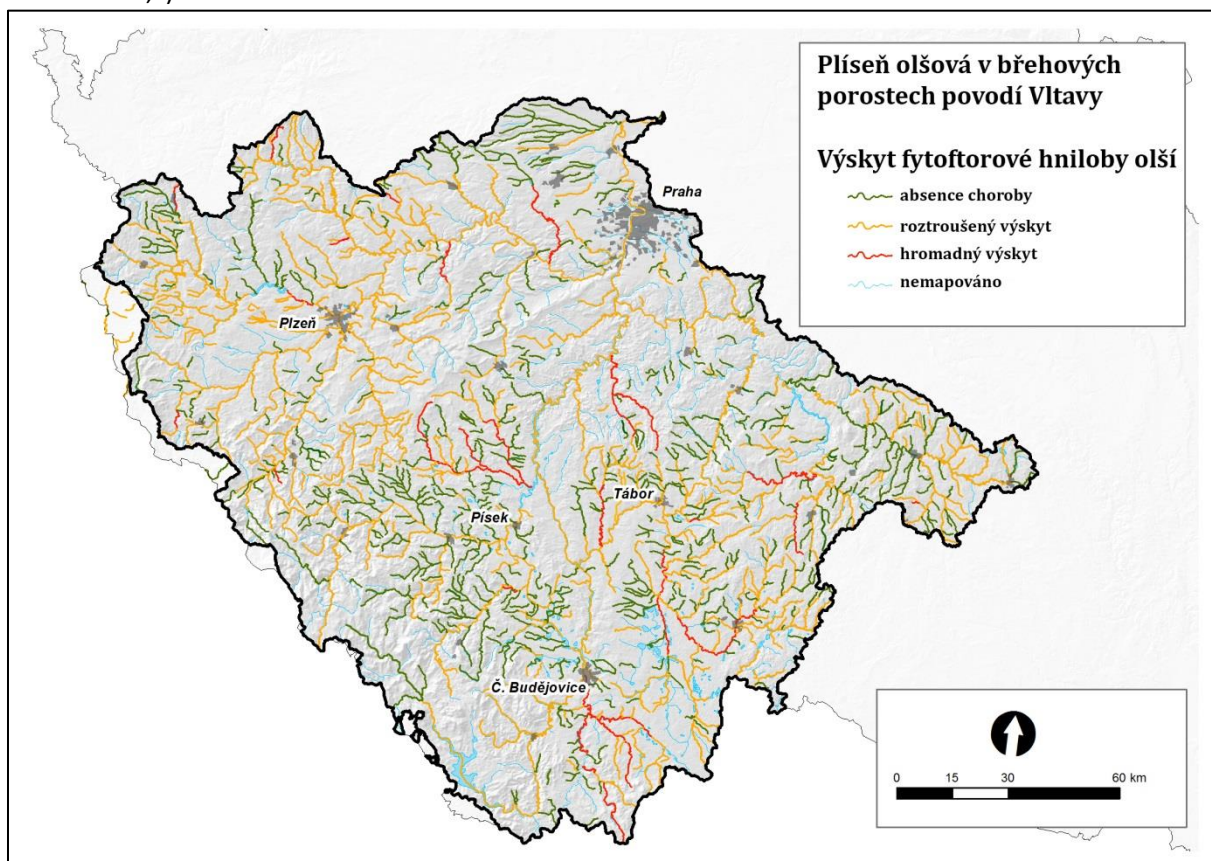
1.2. Význam plísně olšové

P. xalni, plíseň olšová *sensu stricto*, patří spolu s voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*) způsobující nekrózu jasanu a s *Ophiostoma novo-ulmi* způsobující grafiózu jilmů mezi naše tři nejvýznamnější patogeny lesních dřevin. V ČR byla plíseň olšová poprvé izolována v r. 2001 (vyskytuje se zde pravděpodobně od 80. let minulého století (viz Jančařík 1993; Struková et al. 1996) a v dnešní době se tento patogen běžně vyskytuje v západní části území a postupně se šíří na východ (Černý et al. 2008). Jeho dlouhodobější výskyt a dopad na lesní porosty olší potvrzuje fakt, že v porostech s výskytem patogenu bylo průkazně nižší zakmenění porostů (Černý et al. 2015a,b). V ČR se podílí cca 88 % na populaci souborného druhu – plísně olšové *sensu lato* (Štěpánková et al. 2013).

V dnešní době je plíseň olšová široce rozšířená po celém území ČR a postupně se stává trvalou složkou ekosystémů s přítomností olše (zejména mokřadních a jasanových olšin a břehových porostů). V podrobném průzkumu provedeném v lesích ČR byl výskyt choroby, kterou způsobuje, identifikován v 52 % z celkem více než 800 zkoumaných porostů (Černý et al. 2015a,b). Podobně velmi vysoké riziko jeho výskytu bylo identifikováno na více než 49 % plochy lesních porostů s olší v ČR (Romportl et al. 2016; obr. 1). V plošném průzkumu břehových porostů toků ve správě Povodí Vltavy, státní podnik, byl patogen zjištěn v břehových porostech toků o délce téměř 6 tis. km a pravděpodobně se vyskytuje až v 80 % celkové kilometráže vodních toků tohoto povodí (Černý et al. 2016a, obr. 2).

Plíseň olšová způsobuje mj. významné ekonomické škody. Např. v povodí Vltavy průměrné ekonomické škody podle Vyhlášky č. 441/2013 Sb. dosáhly 35 tis. Kč na 100 m napadeného

jednostranného porostu; celkové škody odhadované pro povodí Vltavy se pohybují v mld. Kč (Černý et al. 2016b,c).



Obr. 2. Výskyt plísně olšové v tocích povodí Vltavy (převzato z Černý et al. 2016)

Význam plísně olšové lze identifikovat ve všech oblastech, kde se olše – její hostitel – vyskytuje, tj. v lesnictví, ve vodohospodářství, v lesním školkařství, v ochraně přírody a krajiny, v krajinářství a v okrasné zeleni, v rekreaci a v dalších oblastech. Poškozeny bývají její funkce produkční, půdo- a vodoochranné a meliorační, environmentální a ekosystémové, rekreační a estetické a další. Vzhledem k obtížné zastupitelnosti olše v řadě typů porostů má plíseň olšová mnohde dlouhodobý zásadní vliv, který navíc postupně narůstá.

V lesních porostech, kde patogen způsobuje chřadnutí a odumírání olší, lze očekávat ztráty na produkci, snížení zakmenění porostů, lokální změny v koloběhu dusíku, změny ve složení bylinného patra a rozvoj buřeneš obecně, apod. (Jung et Blaschke 2004; Černý 2016; Černý et al. 2015b; Bjelke et al. 2016). Bohužel vzhledem ke specifickým vodním poměrům leckdy není možné za olši, zejména pak co se týče produkce (např. SLT 1G, 1T, 3L, 6L), najít adekvátní dřevinnou náhradu a to hlavně na stanovištích se stagnující vodou (zde jako náhrada připadají v úvahu hlavně vrby a topoly). V údolních luzích s tekoucí vodou pak z listnáčů připadají v úvahu zejména dva taxony – jasan ztepilý a jilm vaz – oba však trpí nebezpečnými chorobami (nekrózou jasanu a grafiózou jilmů), které jejich pěstování výrazně limitují. Invaze plísně olšové pak může vést k úplné destrukci porostu a celkovému poškození společenstva olšin. Tyto změny se za současné situace zdají být zásadní a nevratné, nicméně dosud nebyly v plné šíři studovány.

V břehových porostech vodních toků a nádrží patogen způsobuje nevratné poškození olší a velmi často jejich odumření. Význam patogenu nelze ovšem shledávat jen v přímém poškození dřevin v břehové linii, jeho vliv je (podobně jako v lesích) systémový a vzhledem k širšímu významu ekosystému břehových porostů (environmentální, krajinný, technický, aj.) snad i celkově významnější, nadto byl i poněkud více přiblížen Bjelkem et al. (2016).

Zásadními problémy, ke kterým v břehových porostech dochází, je řidnutí olistění olší, prosvětlení a řidnutí porostů olší, změny v jejich druhovém složení a případně i jejich zásadní poškození a redukce. Vzhledem k vlastnostem olše dochází po napadení ke změnám fyzikálních charakteristik stanovišť (stabilita břehů, změna struktury kořenových systémů, osvětlení) a změnám v biologickém fungování potravních sítí (koloběh dusíku), tudíž lze předpokládat zásadní postižení celého ekosystému toku (Bjelke et al. 2016). Pravděpodobně se tento proces odehrává v několika fázích.

Důsledkem redukce olistění je výrazný pokles přísunu opadu bohatého živinami a omezení kvality a kvantity zdroje pro dekompozitory a detritovory a aktivita a složení jejich společenstev. Aktivita detritovorů a mikrobů vede ke vzniku jemné organické hmoty, která je dále transportována a konzumována dalšími bezobratlými, kteří jsou významným zdrojem potravy pro obratlovce včetně obojživelníků a ryb. Tím je ovlivněn tok zdrojů energie v toku a v krajině. Redukce olistění a zástinu vede rovněž ke zvýšení sluneční radiace. Urychluje se rozvoj řas, zvyšuje se teplota prostředí a produktivita systému, zvyšuje se dostupnost uhlíku a dusíku, snižuje dostupnost kyslíku a zvyšuje riziko eutrofizace. V důsledku pak může dojít ke změnám složení společenstev závislých mikro- a makroorganismů, může se zvýšit mortalita v rybím společenstvu – zejména mohou být ovlivněny druhy citlivé na vyšší teplotu vody jako je např. pstruh obecný potoční. Značná část jeho populace žije ve vodních tocích, ve kterých je existenčně stále více ohrožována kolísáním obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě způsobeným stále častějším výskytem extrémních letních teplot. Poklesající zastínění koryt vyvolané rozpadem olšin ještě zvyšuje přímý vliv sluneční radiace na ohřev vody. Rostoucí četnost těchto událostí je dáвана do souvislosti s oteplováním klimatu (Jonsson et Jonsson 2009; Elliott et Elliott 2010). Zvýšená teplota navíc zpětně podpoří rozvoj *P. alni* (Chandelier et al., 2006; Thoirain et al., 2007) a další rozvoj poškození olší (Bjelke et al. 2016).

Zejména na drobných vodních tocích v důsledku odumření kořenových systémů dochází ke snižování stability břehů, erozi, zvýšení sedimentace a změnám ve tvaru koryt a průtočnosti. Tento proces může nejen ohrozit citlivé druhy, ale i potlačit klíčové ekosystémové procesy jako je produktivita společenstev řas a dekompozice opadu. Změna druhového spektra dřevin v dlouhodobější perspektivě (rozvoj vrb) může vést ke změnám ve kvalitě opadu, který může být méně vhodný pro konzumenty a může dojít ke zpomalení celkové rychlosti dekompozice. Na tom, který druh olší nahradí, závisí další dynamika dusíku na lokální úrovni i v na úrovni povodí. Náhrada vrbou může vést k zarůstání koryt kořenovými systémy, snižování průtočného profilu, změnám v proudění a v mikrohabitatech biotické složky (Burns et Honkala 1990).

1.3. Ekologie a distribuce plísně olšové v ČR

Dobrá znalost ekologie patogenu a epidemiologie choroby je základním předpokladem pro identifikaci nejvíce invazibilních oblastí a porostů. V následující kapitole je uveden souhrn všech znalostí týkající se této problematiky.

1. Plíseň olšová je oligofág olší a její výskyt je znám na všech jejích evropských zástupcích. V ČR potvrzena na *A. glutinosa* a *A. incana* (Černý et Strnadová 2010), nejčastěji se vyskytuje na *A. glutinosa* (cca 95 % nálezů v ČR), což ovlivňují primárně faktory prostředí a nikoliv potenciální nižší citlivost *A. incana* (Projekt Phytal). V půdě bez přítomnosti hostitele přežívá méně než 1 rok (Jung et Blaschke 2004).

2. Patogen se může vyskytovat ve všech prostředích, kde roste jeho hostitel. V ČR byl patogen zjištěn z břehových porostů, z lesních výsadeb, z parků a z lesních školek. Byl také izolován z dřevin z okolí skládky dřeva olší (Projekt Phytal).

3. *P. xalni* tvoří 88 % populace souborného druhu (Štěpánková et al. 2013). *P. xalni* je více patogenní než *P. uniformis* (Brasier et al. 2004, Jung et Blaschke 2004; Haque et al. 2015). *P. xalni* je častější na dolních širších tocích v nižších nadmořských výškách, areál je víceméně souvislý. *P. uniformis* invadoval na území ČR velmi pravděpodobně dříve, jeho rozšíření je ostrůvkovité, výskyt spíše na drobnějších tocích ve středních a vyšších polohách, jeho populace se pravděpodobně zmenšuje v důsledku kompetice předchozího druhu (Projekt Phytal, Štěpánková et al. 2013).

4. Patogen je zavlékán infikovaným materiálem ze školek, pravděpodobně s rybí násadou do chovných rybníků (Jung et al. 2007, Černý et al. 2015b), šíří se spontánně zoosporami a infikovaným materiálem vodou (Gibbs et al. 1999; Streito et al. 2002; Jung et Blaschke 2004; Černý et Strnadová 2010; Schumacher et al. 2006), nelze vyloučit šíření pasoucím se dobyt看em na vlhkých pastvinách s porosty olší (Redondo et al. 2015). Šíření spolu se školkařským materiálem je prokázáno i v ČR (Projekt Phytal), i když zatím nemá tak velký význam jako v Bavorsku (srv. Jung et Blaschke 2004). Ve školkách byl prokázán výskyt *P. xalni* i *P. uniformis* (Projekt Phytal, Černý et al. 2015b).

5. Patogen se šíří bičíkatými zoosporami vodou (v tocích, půdní vodou), oospory, které vytváří, jsou velmi často abortované a neklíčí (Brasier et al. 2004). Nejčastějším místem vstupu infekce jsou lenticely a nesuberizované kořínky na krčku (Jung et Blaschke 2004). Infikována mohou být všechna pletiva – tedy i unášený materiál ve vodě – listy a plody (viz Haque et Diez 2012; Haque et al. 2015).

6. Velmi významný faktor v epidemiologii je voda, protože se v ní patogen rozmnožuje a šíří (viz výše). Choroba se častěji vyskytuje na lokalitách s lepší dostupností vody a na lokalitách častěji zaplavovaných. Obecně se choroba více vyskytuje v lokalitách s dlouhou periodou zdržení vody, jako jsou zaplavovaná území, slepá ramena, mokřadní olšiny, dále oblasti s občasným zdržením vody jako jsou úseky toků nad mosty, nadjezí, výtopy a podhrází rybníků a nádrží nebo pásy rákosin (Jung et Blaschke 2004). V ČR zjištěn víceméně identický výsledek (Černý et Strnadová 2010). Cca 80 % napadených lesních porostů s olší se nalézá v bezprostředním sousedství vodního toku a výše škod způsobených plísní olšovou (s. l.) průkazně závisí na hustotě říční sítě (Projekt Phytal).

7. Pozice výsadby (tedy pozice krčku vůči hladině vody) se ukázala být velmi významnou v poškození porostů olší ve Spreewaldu (Schumacher et al. 2006), kde porosty, které byly vysazeny výše na březích (a nebyly zaplavovány při vyšších vodních stavech), byly podstatně méně napadeny. Podobně se tento faktor ukázal jako statisticky významný v poškození olší v břehových porostech Lomnice (Strnadová et al. 2007, 2008), přičemž patogen na zaplavených olších způsobuje významně vyšší škody (Strnadová et al. 2010). Obecně drtivá většina napadených olší v břehových porostech se vyskytuje do vzdálenosti 1 m od břehu (Gibbs et al. 1999), v ČR byla zjištěna podobná situace –

v břehových porostech bylo zjištěno více než 95 % nálezů v těsné blízkosti volné hladiny vody – do cca 4(–10) m (Projekt Phytal). Při podrobném průzkumu pozice dřevin na rozsah poškození olší v břehovém porostu se ukázalo, že prosychání porostů je průkazně pozitivně závislé na přítomnosti krčků olší v omočeném profilu toku. Průkazně negativní vztah byl zjištěn i u vzdálenosti báze dřeviny od linie břehu (Projekt Phytal).

8. Patogen se v ČR vyskytuje od planárního do montánního stupně. Největší škody v břehových porostech v ČR identifikovány mezi 250–450 m n. m. U nás maximální výškový údaj – cca 820 m n. m. na Vodňanské Blanici (Projekt Phytal).

9. Výskyt choroby je častější v lokalitách s pomalejším prouděním vody v nižších polohách. Podél vodních toků s rychlejším prouděním (typicky horských potoků) je výskyt choroby nižší (Thoirain et al. 2007). Největší škody v ČR byly jistěny na širších vodních tocích, škody na drobných tocích do cca 2 m šířky byly zpravidla menší. Byla zjištěna průkazná závislost rozsahu poškození na rychlosti proudění toku – tento faktor tedy přímo limituje infekční schopnost zoospor unášených v toku (Projekt Phytal). S výskytem choroby byl korelován výskyt jílovitých půd v březích (Thoirain et al. 2007), což pravděpodobně souvisí se sedimentační aktivitou a tedy s rychlostí, sklonem a šíří toku. Vyšší poškození na dolních tocích může mj. souviset i s vyšší aktivitou patogenu při vyšších teplotách, a vyšší koncentrací infekčního inokula v důsledku jeho splavování z výše položených částí povodí. Významným faktorem ovlivňující četnost infekcí a rozsah poškození porostu je rychlost proudění vody – v úsecích s pomalejším prouděním je poškození porostů vyšší, což nepochybně souvisí s vyšší úspěšností kolonizace zoosporami patogenu (projekt Phytal).

10. Při průzkumu vlivu lokálních faktorů na rozsah poškození olší v břehovém porostu se ukázalo, že prosychání porostů je průkazně negativně závislé na rychlosti proudění vody a pozitivně na přítomnosti krčků olší v omočeném profilu koryta vodního toku. Průkazně negativní vztah byl zjištěn i u vzdálenosti báze dřeviny od linie břehu (Projekt Phytal).

11. Výskyt *P. alni* v lesních porostech ČR je průkazně pozitivně závislý na přítomnosti a šířce vodního toku v lesním porostu, na výměře porostu, na výměře porostů olšin okolí (v tzv. obalové zóně) a negativně na vertikální členitosti prostředí porostu (Projekt Phytal).

12. Rozsah poškození lesních porostů s olší v ČR je průkazně pozitivně závislý na věku porostu, podílu olší, výměře porostu, zásobě (biomase, rozsahu lineární vegetace (břehových porostů) v okolí porostu jako pravděpodobně zásoby infekčního inokula z okolí, a průměrné lednové a roční teplotě (Projekt Phytal).

13. Z predikce výskytu fytoftorové hniloby olší v lesích ČR vyplývá, že do nejvyšší kategorie rizika patří 49 % plochy všech porostů s olší (cca 130 tis. ha). Tyto porosty vykazují průměrnou výměru téměř 3,9 ha a jsou většinou součástí větších lesních komplexů se zastoupením olše. Z jejich prostorového rozšíření je patrné, že se nacházejí ve dvou odlišných typech prostředí – lužní lesy v nižších polohách s vysokou hustotou říční sítě a velkou rozlohou povodí, tedy potenciální zdrojovou oblastí šíření. Druhým typem porostů jsou vrchovinné nebo horské lesní komplexy rovněž s vysokou hustotou vodotečí a odvodňovacích kanálů, především však typické vysokým úhrnem srážek a významným podílem podmáčených poloh. Nejnižší třída rizika výskytu naopak zahrnuje porosty jen o celkové ploše 9 054 ha, což činí pouhých 4 % veškerých porostů olšin. Charakteristickými znaky porostů s velmi nízkým rizikem výskytu plísňové olšové je malá výměra porostu (v průměru jen 0,2 ha) a jejich izolovanost. Oproti třídám s vyšším rizikem vykazují ovšem relativně vysoké zastoupení olší v dřevinné skladbě – téměř 50 %, jedná se tedy o drobné porosty olší vysazené na vhodných mikrolokalitách (prameništích?) výrazně odlišných od svého okolí (Projekt Phytal, Romportl et al. 2015, 2016).

14. Bylo zjištěno, že se výskyt plísňe olšové v lesních porostech liší v rámci jednotlivých trofických řad a je ovlivňován různými faktory prostředí. Modely pro řadu obohacenou vodou ukázaly, že na distribuci patogenu mají průkazně pozitivní vliv proměnné šířka toku, výměra porostu a rozsah lesních porostů v okolí. Negativní vliv v této řadě byl prokázán u věku porostu – tzn. pro tuto řadu může mít jistý význam šíření patogenu se sazenicemi olší. Rozsah poškození olší je pak závislý na faktorech LVS (vyšší je v 1. a 2. LVS a od 5. LVS výše, nejnižší pak je ve 3. a 4. LVS), faktory související s dostupnou biomasou (věk, podíl olší, výměra) a opět přítomnost břehových porostů a teplota. Ve společném modelu řady živné a obohacené humusem mají na šíření patogenu vliv faktory šířka toku a výměra porostu (vliv heterogenity reliéfu je těsně neprůkazný: $p = 0,059$) a na rozsah poškození výměra porostu. Pro řadu oglejenou a zamokřenou se ukazuje, že průkazný vliv na přítomnost patogenu má zejména výměra porostu; faktory související průkazně s úrovní napadení se nepodařilo identifikovat žádné, vliv potenciálně mohou mít faktory související s množstvím biomasy hostitele (věk, bonita stanoviště, plocha porostu), jejichž vliv je možný, ale neprůkazný ($p = 0,07–0,11$).

15. Při výzkumu rozsahu ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech se ukázalo, že rozsah škod je závislý na krajinném typu (největší škody byly zjištěny v pánevních a plochých typech krajiny, nejmenší naopak v suchých oblastech a v horských členitých oblastech), na nadmořské výšce a TPI (topografický poziční index). Mezi další charakteristiky prostředí, které průkazně korelovaly ($p < 0,05$) s výší škod v zájmovém území patří průměrná roční a lednová teplota, hustota sítě vodních toků, délka liniové vegetace (pozitivní korelace), vertikální heterogenita, lesní vegetační stupeň, celková plocha lesa a další (negativní korelace).

16. Bylo pokusně prokázáno, že zaplavení indukuje pokles rezistence hostitele a urychluje rozvoj infekce (Strnadová et al. 2010). Periodické zaplavení, povodně nebo vysoká hladina spodní vody mohou mít za následek vyšší četnost infekcí a rychlejší průběh epidemie a v důsledku i vyšší ztráty dřevin. To se dělo v ČR na mnoha lokalitách po povodních v r. 2002 (Strnadová et al. 2008) a obecně to platí v často zaplavovaných územích (Jung et Blaschke 2004).

17. Patogen způsobuje výrazně vyšší škody v teplejších obdobích. Optimum růstu patogenu bylo zjištěno při 23–25 °C (Brasier et al. 2004), největší poškození způsobuje při 25 °C (Haque et al. 2015). Patogen obtížně přežívá nízké teploty zejména pak pod tenkou borkou, v prostředí při –10 °C odumírá během 2–3 dnů což ovlivňuje jeho přežívání v porostech (Černý et Strnadová 2012; Aguayo et al. 2014; Projekt Phytal) a distribuci (Redondo et al. 2015). Během zim s průměrnou teplotou cca -2 °C a přítomností mrazových dnů patogen v napadených pletivech krčků olší přežívá pouze v minimálních frekvencích, oteplování klimatu velmi pravděpodobně vede k rozvoji choroby (Černý et Strnadová 2012; Černý et al. 2015c, Projekt Phytal). Rozsah poškození v břehových porostech je přímo úměrný teplotě a nadmořské výšce (Projekt Phytal). Patogen je mimoto překvapivě relativně tolerantní vůči chladu a může dlouhodobě bez problémů přežívat teploty -2,5 °C (Černý et al. 2012), tzn. lze předpokládat, že hlavním rezervoárem infekce po zimách se standardním průběhem klimatu jsou pletiva v nezamrzlých vrstvách profilu půdy a vody (Černý et Strnadová 2012). Sporulace patogenu je s teplotou rovněž pozitivně korelovaná, při teplotě 8 °C a nižší je sporulace omezená, nejintenzivnější byla při nejvyšší testované teplotě (15 °C; Chandelier et al. 2006).

Možný nárůst škod vlivem změny klimatu lze v tomto století odhadnout na 6,2 %, tzn. v průměru cca 3200,- Kč na 100 m břehového porostu (v souladu s Vyhláškou 441/2013 Sb.). Průměrné škody tak mohou dosáhnout výše 54,8 tis. Kč na 100 m břehového porostu. Rovněž je ve srovnání se současnou situací (Černý et al. 2016b) patrný posun patogenu do vyšších poloh (Černý et al. 2016d).

18. Elektrická vodivost související s koncentrací iontů a živin pozitivně ovlivňuje přežívání zoospor ve vodě (Kong et al. 2012). Podobně korelace výskytu choroby v břehových porostech vodních toků s obsahem dusíku ve vodě (Gibbs et al. 1999), vztah ale nebyl potvrzen Thoirainem et al. (2007). Mikrobiální aktivita (přítomnost metabolitů) pozitivně ovlivňuje sporulaci (Chandelier et al. 2006).

19. Patogen netvoří zoosporangia v prostředí s vyšší koncentrací H^+ iontů – při pH 5,5 a nižším. Nejvyšší produkce byla zjištěna při pH 6,5 (Schumacher et al. 2006). Acidita vody omezující tvorbu zoosporangií je typická pro vodní toky pramenných oblastí zalesněných horských či pánevních poloh (Třeboňsko) s vysokým obsahem aniontů huminových kyselin vznikajících při rozkladu organické hmoty v půdách obvykle na kyselých horninách a rovněž ve vodních tocích a oblastech acidifikovaných v průběhu minulého století. Nakolik tento faktor ovšem může prakticky ovlivnit produkci zoosporangií je však nejasné.

20. Patogen se vyskytuje častěji v lesních školkách, které používají k závlaze povrchovou vodu (Schumacher et al. 2006).

21. Z výzkumu hodnocení současných ekonomických škod vyplývá, že mezi oblasti s největší výší predikovaných škod lze zařadit jihočeské pánevní oblasti, Jindřichohradeckou kotlinu, Stropnickou pahorkatinu a širší okolí toků, které je odvodňují a jejich přítoků, údolní oblasti Hornosázavské pahorkatiny. V členitějších oblastech západních a středních Čech se jedná zejména o Tachovskou brázdu a širší okolí větších toků jako je Mže, Úslava, Úhlava, Radbuza. Nejnížší míra škod je predikována zejména pro vyšší, chladné polohy, jako je větší část Šumavy, částečně Novohradské hory, Český les a nejvyšší polohy Brd a heterogenní oblasti Plzeňské pahorkatiny, Křivoklátska a Českého krasu. Menší škody jsou rovněž predikovány pro suché oblasti, jako je např. Pražská plošina a místy Plzeňská kotlina, vyšší oblasti Tepelské vrchoviny a členitější části Benešovské pahorkatiny a Českomoravské vysočiny (Černý et al. 2016b). Při hodnocení potenciálních dlouhodobých škod se ukázalo, že nejvyšší potenciální dopad patogenu lze do budoucna predikovat v pánevních typech krajiny (např. v jihočeských pánvích), v plošších částech pahorkatin a vrchovin (typicky např. Plaská, Rakovnická nebo Želivská pahorkatina) s vyšší četností drobnějších toků, s vyšším podílem olší v břehových porostech a na Šumavských pláních. Nejnížší škody jsou predikovány pro Pražskou tabuli a některé vyšší či členité partie vrchovin a zejména pohoří (typicky např. Šumava a její podhůří; Černý et al. 2016d).

Významné rozdíly v predikci budoucích škod oproti současným jsou zapříčiněny a) širokou ekologickou valencí *P. alni* kopírující niku svých hlavních hostitelů a za b) ztíženou prostupností krajiny pro patogen a odlišnou invazibilitou různých krajinných typů, která je dána mj. hustotou vodní sítě a členitostí krajiny. Do budoucna (v řádu desetiletí) lze očekávat, že se *P. alni* bude dál šířit v krajině povodí Vltavy a bude pronikat dále do méně dostupných oblastí (vyšších a více heterogenních oblastí, do oblastí toků vyšších řádů) a tam způsobovat další, a vzhledem k vyššímu zastoupení olší v břehových porostech i potenciálně vyšší škody. Vysoké škody bude možno čekat ve všech břehových porostech s vysokým podílem olše (Černý et al. 2016d).

22. Z analýzy distribuce fytoftorového onemocnění olší vyplývá, že podíl poškozených olší v břehových porostech je závislý na délce a významnosti toku, podílu břehových porostů na toku a podílu olší v břehových porostech. Evidované kácení olší v břehových porostech z důvodu poškození *P. alni* je závislé na identických faktorech jako poškození olší, pouze je význam jednotlivých proměnných a jejich kategorií zřetelnější. To je způsobeno tím, že kácení je prováděno primárně v místech největšího a nejdelšího působení plísně olšové (za současného stavu jejího rozšíření), tzn. v nejvíce citlivých, nejdéle zatížených a tedy obvykle v pro ni nejtypičtějším úsecích. Vyšší napadení a kácení na významných vodních tocích (VVT) může souviset s délkou toku a plochou jeho povodí a prouděním toku. Další příčinou může být fakt, že VVT se nalézají zpravidla ve více osídlených oblastech s vyšší mírou antropogenní zátěže, což může vyústit nejen ve větší počet introdukcí stejně jako ve vyšší environmentální stres, které se pak mohou projevit ve vyšší intenzitě onemocnění. VVT jsou samozřejmě ve srovnání s drobným ivodními toky (DVT) poněkud více ve středu zájmu a tudíž i menší poškození porostů může být dříve odhaleno. Podobně jsou na těchto vodních tocích rovněž opatření prováděna v poněkud vyšší frekvenci (vyšší opatrnost je vzhledem k vyššímu osídlení, vyšší četnosti komunikací apod. na místě), což by se mohlo projevit i ve vyšší pravděpodobnosti kácení či ve vyšším podílu odstraněných dřevin (Černý et al. 2016a).

2. Cíl metodiky

Hlavním cílem metodiky je specifikovat prostředí, která jsou nejvíce ohrožena invazí plísňě olšové a známé faktory prostředí, které patogen a rozsah poškození olší ovlivňují. Cílem metodiky je napomoci jejím uživatelům (správcům vodních toků, majitelům a správcům lesů, odborným pracovníkům ve vodohospodářství a lesnictví, v ochraně přírody a krajiny, státní správě a samosprávě a dalším subjektům) v identifikaci oblastí, porostů a dřevin potenciálně citlivých vůči invazi plísňě olšové. Právě na vysoce invazibilní a dlouhodobě ke škodám náchylné porosty by se měla soustředit pozornost správců či majitelů a na nich by měla být prioritně prováděna vhodná ochranná i preventivní opatření vedoucí k omezení rozšíření a vlivu patogenu.

Účelem metodiky je dlouhodobé omezení vlivu zdomácnělého nepůvodního patogenu olší v prostředí ČR.

3. Vlastní popis metodiky

Metodika na základě vlastních výzkumů v rámci projektu Phytal a důkladné literární rešerše specifikuje prostředí, která jsou nejvíce ohrožena invazí plísňě olšové a následným rozvojem fytoftorové hniloby olší. Metodika je rozdělena do tří částí – v první jsou specifikována riziková prostředí a jejich vlastnosti, které je činí více náchylnými k zavlečení či rozšíření infekce – tj. více invazibilními. Ve druhé části jsou specifikována prostředí, jejichž vlastnosti podporují následný rozvoj choroby a tedy rozsah poškození. Některé typy prostředí (či jejich vlastnosti) mohou být zahrnuty v obou částech a to tehdy, pokud určují jak invazibilitu, tak jejich citlivost vůči následnému rozvoji choroby (např. topologie stanoviště). Ve třetí části je popsána invazibilita a citlivost různých biotopů s olší. Invazibilita i citlivost prostředí je hodnocena na třech prostorových škálách – od krajinných celků přes úroveň porostů až ke konkrétním stanovištím (na úrovni jedinců olší).

3.1. Invazibilita a citlivost biotopu

Invazibilita prostředí je vlastnost, která popisuje míru jeho náchylnosti k zavlečení či rozšíření patogenu. Čím je invazibilita vyšší, tím je vyšší pravděpodobnost zavlečení patogenu. Významnost invazibility si lze dobře představit na následujícím příkladu. Olšiny s vysokou hladinou podzemní vody jsou vždy predisponovány k vysokým škodám způsobeným patogenem, který se v jejich prostředí rychle šíří a způsobuje významné škody – citlivost porostů vrbových olšin (typické v 1 LVS) a olšin olše šedé (6 LVS) je z tohoto pohledu velmi podobná. Přesto se v současné době patogen běžně vyskytuje v olšinách nižšího stupně (*Alneta inf.*), které plošně likviduje, zatímco v olšinách olše šedé (*Alneta incanae*) např. na Šumavských pláních se ve větší míře nevyskytuje. V první řadě je to dáno právě invazibilitou obou společenstev. Do prvního typu společenstva se patogen spontánně šíří vodními toky a splachy z výše položených napadených porostů, kdežto druhé společenstvo může být touto cestou invadováno jen velmi obtížně. Zde je nejpravděpodobnější zavlečení antropogenní cestou, např. s násadou ryb či s infikovanou výsadbou olší. Možnost tohoto způsobu zavlečení je na Šumavských pláních stále relativně omezená. Po případném zavlečení patogenu do těchto velice citlivých porostů lze ale očekávat jejich intenzivní chřadnutí podobně jako v NPR Blanice, kde se patogen již delší dobu vyskytuje.

Citlivost prostředí pak vyjadřuje míru predispozice vnitřního prostředí biotopu vůči patogenu a rozsah možného poškození.

Z hlediska praktické péče je důležitá úroveň invazibility a citlivosti biotopu, porostu, případně stanoviště jednotlivého stromu. Každé z této úrovně odpovídají poněkud jiné ekologické

charakteristiky prostředí ovlivňující výskyt a chování patogenu. Faktory, které ovlivňují chování a dopad patogenu, lze rozdělit do tří skupin. **První skupina specifikuje invazní potenciál patogenu** (dostupnost infekčního inokula a jeho množství), **druhá skupina popisuje exponovanost biotopu vůči invadujícímu patogenu** (tj. možnost uchycení infekce – nejčastěji vlastnosti biotopu na rozhraní s vodním tokem) a **třetí popisuje citlivost vnitřního prostředí** biotopu tj. vlastností podporujících nebo brzdících vývoj, rozmnožování a další šíření již zdomácnělého patogenu.

Vzhledem k zásadní vazbě olše i plísňe olšové na přítomnost vody a to jak v břehových, tak v lesních porostech (cca 4/5 z významnějších lesních porostů olší se nacházejí v sousedství vodního toku, případně jimi vodní tok přímo protéká – Černý et al. 2015a) lze celou situaci z hlediska praxe zjednodušit. Vlastnosti popisující invazní potenciál patogenu se týkají nejčastěji vodního toku a charakteru oblasti výše proti proudu z hlediska produkce infekčního inokula, vlastnosti popisující exponovanost biotopu popisují vlastnosti břehu a břehového porostu v jeho linii a vlastnosti popisující citlivost biotopu se týkají charakteristik břehového porostu jako celku či případně navazujícího doprovodného či lesního porostu.

Seznam klíčových vlastností biotopu určujících jeho invazibilitu a citlivost

1) Invazní potenciál patogenu/biotopu

- **Propojení s výše položenými a okolními porosty olší v prostředí hydrologického kontinua tekoucích vod (vodní toky, drenáže, porosty olše)**
- **Dostatečná délka vodních toků (alespoň 5–10 km) nad stanovištěm, příp. větší plocha povodí**
- **Dostatečný rozsah břehových porostů olší (alespoň 30 % z celkové délky porostů) a olšin výše v povodí**
- **Přítomnost rizikových faktorů (rybníky, mokřady) v povodí**

2) Exponovanost biotopu

- **Výskyt olší v břehové linii (případně krčky či kořeny olší ve vodě)**
- **Dostupnost olší pro patogen (pomalé proudění apod.)**
- **Pravidelně zaplavované stanoviště**

3) Citlivost biotopu

- **Dostatečná pokryvnost, podíl či zakmenění olše (50 %)**
- **Vysoká hladina podzemní vody (co nejvýše při povrchu půdy)**
- **Časté zaplavování terénu**
- **Sít kanálů, drenáží, depresí**
- **Plochý terén**

Čím více vlastností z uvedeného seznamu biotop splňuje, tím větší je jeho invazibilita a citlivost vůči škodám způsobeným patogenem. **Pokud biotop splňuje ze seznamu č. 1 všechny čtyři znaky a z 2. seznamu alespoň jednu, lze jej mít vždy za vysoce invazibilní. Citlivost biotopu můžeme označit jako vysokou (hrozí rozvrácení porostu dřevin), pokud je ze seznamu č. 3 splněna podmínka první (pokryvnost olše alespoň 50 %) a je přítomna alespoň ještě jedna z následujících čtyř charakteristik.** Obecněji řečeno – za vysoce invazibilní a zároveň vysoce citlivé biotopy lze považovat ty, které mají přímý kontakt s vodními toky, plochami či drenážemi o dostatečné délce a s přítomností břehových porostů s olší a zároveň s vysokým zastoupením olše (nad 50 %) a dostatečnou dostupností vody v jejich vnitřním prostředí.

Invazibilitu krajiny, porostu či jednotlivého stromu a jejich citlivost vůči poškození určuje celá řada faktorů – pro jednotlivá prostorová měřítka jsou specifikovány v tabulkách 1–3. Invazibilitu

v největší míře určují hydrologické, topologické a porostní charakteristiky. Citlivost stanoviště je závislá primárně na porostních, hydrologických a v menší míře pak topologických a klimatických poměrech. Vždy ale platí, že patogen teoreticky může invadovat a poškodit jakékoliv prostředí s přítomností svého hostitele.

Tab. 1. Charakteristiky ovlivňující invazibilitu a citlivost prostředí na krajinné úrovni

charakteristika prostředí	invazibilita	citlivost	způsob ovlivnění
četnost olše	+++	+++	I: větší infekční tlak, vyšší úspěšnost infekce C: vyšší denzita populace patogenu
nižší nadmořská výška (zejm. LVS 1–2), dolní úseky toků	++	-	I: vysoký infekční tlak (velká zdrojová oblast inokula), vyšší úspěšnost infekce (environmentální podmínky)
plochý reliéf (malá vertikální členitost)	++	+++	I: vyšší úspěšnost infekce (environmentální podmínky – malý podélný sklon vodních toků) C: efektivnější šíření v rámci vnitřního prostředí
hustá síť vodních toků, propojenost vodních toků	+++	+++	I: vyšší pravděpodobnost introdukce (rybí násada), vyšší mobilita inokula, vyšší úspěšnost infekce (environmentální podmínky), C: efektivnější šíření v rámci vnitřního prostředí: mobilita inokula, vyšší produkce inokula
rybníky a rybniční soustavy	++	-	I: vyšší pravděpodobnost introdukce (násada), vyšší infekční tlak (větší zdrojová oblast inokula, vyšší mobilita a přežívání zoospor), vyšší úspěšnost infekce (environmentální podmínky, charakter výsadeb)
záplavovaná území, záplavy	+++	+++	I: vyšší infekční tlak (velká zdrojová oblast inokula), extrémní mobilita patogenu, vyšší úspěšnost infekce (krčky, prostředí), stres, C: vyšší produkce inokula a mobilita patogenu, stres hostitele (větší škody, více plochy pro sporulaci)
podmáčené polohy	++	+++	I: vyšší mobilita patogenu a přežívání zoospor, C: vyšší produkce a mobilita inokula, přežívání zoospor, stres hostitele (větší škody, více plochy pro sporulaci)
vyšší úhrn srážek	+	-	I: vyšší mobilita inokula a úspěšnost infekce
vyšší konduktivita vody	+	-	I: vyšší infekční tlak (přežívání plovoucích zoospor)
vyšší letní (podzimní) teploty	-	++	C: vyšší škody, rychlejší šíření v rámci oblasti
mírné zimy	-	++	C: úspěšnější přežívání
sněhová pokrývka	-	+	C: úspěšnější přežívání

Tab. 2. Charakteristiky ovlivňující invazibilitu a citlivost na úrovni porostu

charakteristika porostu	invazibilita	citlivost	způsob ovlivnění
plochý reliéf (malá vertikální členitost)	++	+++	I: větší pravděpodobnost infekce (usednutí zoospor) C: efektivnější šíření v rámci porostu (četnost poškození)
údolní polohy (nízké TPI)	++	++	I: vyšší infekční tlak (větší zdrojová oblast inokula), větší pravděpodobnost infekce (usednutí zoospor) C: vyšší četnost infekcí
povrchová voda v porostu (vodní toky, zejm. širší, rybníky)	+++	-	I: vyšší infekční tlak (hlavní cesta infekce, množství inokula)
hustá síť kanálů a drenáží, propojenost	-	+++	C: vyšší produkce inokula (četnost poškození), mobilita inokula (četnost poškození)
malá rychlost proudění	+++	-	I: větší pravděpodobnost kolonizace (usednutí zoospor)
zaplavení (intenzita, délka)	+++	+++	I: vyšší infekční tlak (velká zdrojová oblast inokula), extrémní mobilita patogenu, vyšší úspěšnost infekce (krčky, prostředí), stres C: vyšší produkce a mobilita inokula, vyšší četnost infekcí, stres hostitele (větší nekrózy, více plochy pro sporulaci)
vysoká dostupnost (podzemní) vody v porostu (řady U, G, L, aj.)	++		I: mobilita zoospor
podmáčené polohy (typicky 1G a 6V)	-	+++	C: vyšší produkce a mobilita inokula, přežívání zoospor, stres hostitele (větší nekrózy, více plochy pro sporulaci)
četnost olše	++	+++	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace C: vyšší denzita a početnost populace patogenu
porostní zásoba (biomasa)	+	+	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace C: vyšší denzita populace patogenu
zakmenění/spon	+	+	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace C: vyšší denzita populace patogenu
výměra/délka porostu	++	+	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace C: četnost populace
délka obvodu porostu	+		I: větší pravděpodobnost kolonizace (délka hranice)
bonita	+	+	I: větší pravděpodobnost kolonizace (větší biomasa hostitele) C: vyšší denzita populace patogenu
vyšší věk (vzrůst)	+	+	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace

			C: vyšší denzita populace patogenu
nižší věk		++	C: relativně vyšší ztráty hostitele
délka liniové vegetace (břehových porostů) okolí	++		I: vyšší infekční tlak (velká zdrojová oblast inokula), konektivita
krajina s malým podílem lesa	+		I: větší pravděpodobnost kolonizace (zvýšení prostupnosti prostředí)
rozsah umělé obnovy olše	++		I: vyšší pravděpodobnost introdukce se školkařským materiálem
disturbance (přezvěření, antropogenní aktivity – těžba dřeva aj.)	+	+	I: vyšší pravděpodobnost introdukce C: intenzivnější šíření patogenu v rámci porostu, poškození kořenů – vstupy infekce
vyšší letní (podzimní) teploty	+	++	I: více infekčního inokula, větší pravděpodobnost kolonizace C: větší nekrózy, větší množství inokula (tvorba zoosporangií), intenzivnější šíření v rámci porostu, vyšší denzita populace
mírné zimy		++	C: úspěšnější přežívání
sněhová pokrývka		+	C: úspěšnější přežívání
mikrobiální aktivita	+	+	I: vyšší infekční tlak (intenzivnější tvorba zoosporangií) C: vyšší denzita populace patogenu (vyšší tvorba zoosporangií)
konduktivita vody	+	+	I: vyšší infekční tlak (přežívání plovoucích zoospor) C: vyšší denzita populace patogenu (přežívání plovoucích zoospor)
vyšší pH vody (pH ≥ 5,5)	+	+	I: vyšší infekční tlak (intenzivnější tvorba zoosporangií) C: vyšší denzita populace patogenu (tvorba zoosporangií)

Tab. 3. Charakteristiky ovlivňující invazibilitu na úrovni mikrostaniště (jedince olše)

charakteristika stanoviště	invazibilita	citlivost	způsob ovlivnění
trvalá přítomnost povrchové vody (krček či kořeny ve vodě)	+++	+++	I: vyšší pravděpodobnost infekce (zoospory unášeny vodou), možný stres hostitele C: vyšší četnost infekcí (zoosporangia se vytváří ve vodě), možný stres hostitele
zaplavení	+++	+++	I: vyšší infekční tlak (zoospory se šíří při zaplavení), extrémní mobilita patogenu, větší kolonizovatelná plocha (krčky, báze), stres hostitele, podpora chemotaxe zoospor (uvolnění sekundárních metabolitů hostitele do prostředí) C: vyšší četnost infekcí (zoosporangia se vytváří ve vodě + ovlivnění chemotaxe), stres hostitele a následný intenzivní rozvoj choroby
Blízkost vodního toku (cca 4–10 m)	++		I: vyšší pravděpodobnost infekce (zoospory unášeny vodou)
vysoká dostupnost podzemní vody	++		I: vyšší pravděpodobnost infekce (zoospory se šíří podzemní vodou)
malá rychlost proudění vody	++		I: vyšší pravděpodobnost kolonizace (usednutí zoospor)
konkávní tvary (prohlubně, apod.)	++		vyšší pravděpodobnost infekce (zoospory se šíří podzemní vodou)
přezvěření, antropogenní aktivity (těžba aj.) v porostu	+	+	I: možnost zavlečení C: poškození kořenů – vstupy infekce
vyšší věk	+	++	I: vyšší pravděpodobnost kolonizace (rozsáhlejší kořenový systém) C: efektivnější přežívání patogenu pod tlustšími krycími pletivy
nižší věk		++	relativně rozsáhlejší škody
orientace krčku kmene (J)		+	úspěšnější přežívání během mírných zim
teplota	+	++	I: vyšší infekční tlak (intenzivnější tvorba zoosporangií) C: větší poškození, úspěšnější přežívání
mírné zimy		++	C: úspěšnější přežívání
sněhová pokrývka		+	C: úspěšnější přežívání
mikrobiální aktivita	+		vyšší infekční tlak (intenzivnější tvorba zoosporangií)
vyšší pH vody (ph $\geq 5,5$)	+		vyšší infekční tlak intenzivnější tvorba zoosporangií)
konduktivita vody	+		vyšší infekční tlak (přežívání plovoucích zoospor)

3.2. Porovnání citlivosti jednotlivých biotopů s olší

Výskyt patogenu byl v ČR potvrzen ve všech biotopech s olší lepkavou a o. šedou. Jednotlivé biotopy (společenstva, SLT, STG) se významně liší v úrovni invazibility a potenciálního poškození. Potenciální úroveň invazibility a citlivosti vůči poškození závisí na celé řadě faktorů (viz výše), přičemž nejdůležitější z nich jsou zejména dostupnost biotopu (konektivita), množství inokula v jeho povodí, vysoká vlhkost prostředí a četnost olše.

Z hlediska invazibility jsou (s jistým zjednodušením) nejvíce ohroženy měkké luhy, a dále sestupně mokřadní olšiny, údolní jasanovo–olšové luhy, horské olšiny s olší šedou a tvrdé luhy. Z hlediska dopadu patogenu na strukturu a funkce společenstva jsou nejvíce ohroženy mokřadní olšiny a horské olšiny s olší šedou (potenciálně kriticky ohrožené biotopy), méně pak údolní jasanovo–olšové luhy, měkké a nakonec tvrdé luhy. Podrobnosti jsou uvedeny v tab. 7 včetně hodnocení obou hledisek v rámci jednotlivých používaných systémů.

Tab. 7. Lesní a břehové porosty s olší, jejich invazibilita a citlivost vůči škodám způsobeným plísní olšovou. Biotopy členěny v odpovídajících jednotkách systému NATURA 2000, fytocenologického, typologického a geobiocenologického systému (podle Chytrý et al. 2001, 2010; Moravec et al. 2000; Neuhäuslová 2003; Plíva 1987; upraveno, zjednodušeno); invazibilita: malá (+), střední (++) , vysoká (+++); citlivost biotopu: nepatrné až mírné škody(+), významné škody (++) , zásadní škody až destrukce biotopu (+++); rozlišení biotopů do skupin podle Chytrý et al. 2001, 2010

Natura 2000	Fytocenologie	Lesnická typologie	Geobiocenologie
L1 mokřadní olšiny ++(+)/+++	<i>Carici acutiformis-Alnetum</i> +++/+++ <i>Carici elongatae-Alnetum</i> +++/+++ <i>Calamagrostio canescentis-Alnetum</i> ++(+)/++(+)	1G vrbová olšina +++/+++ 1T březová olšina ++/+++	1–4 B–C 5b Alneta inf. et sup. +++/+++ 1–4 (A)AB 5b Betuli-alneta inf. et sup. ++/+++
L2.1 horské olšiny s olší šedou +(+)/+++	<i>Alnetum incanae</i> +(+)/+++	6L luh olše šedé +(+)/+++	(5)6 BC–C 5a Alneta incanae +(+)/+++
L2.2 údolní jasanovo-olšové luhy ++(+)/++(+)	<i>Pruno-Fraxinetum</i> +++/++ <i>Stellario-Alnetum glutinosae</i> ++/+++ <i>Arunco sylvestris-Alnetum glutinosae</i> +(+)/++(+) <i>Carici remotae-Fraxinetum</i> +(+)/++ <i>Piceo-Alnetum</i> +(+)/++(+)	1G1 vrbová olšina lužní +++/+++ 2L potoční luh ++/+ 3L jasanová olšina +(+)/++(+) 5L montánní jasanová olšina +(+)/++ 1T9 smrková olšina +(+)/++(+)	2–5 BC–C (4)5a Fraxini-alneta inf. et sup. ++/++(+) (2)3–5 BC 4(5a) Fraxini-alneta aceris inf. et sup. +(+)/++ 5–6 (A)B–BC 5b Picei-alneta +(+)/++(+)
L2.3 tvrdé luhy nížinných řek +(+)/+	<i>Quercu-Ulmetum</i> +(+)/+ <i>Salici-Populetum</i> ++/+	1L jilmový luh +(+)/+ 1U1 topolový luh kopřivový ++/+	1–3 BC–C (4)5a Querci roboris-fraxineta inf. et sup. +(+)/+ 1–3 C (4)5a Ulmi-fraxineta populi inf. et sup. ++/+
L2.4 měkké luhy nížinných řek +++/+(+)	<i>Salicetum albae</i> +++/+(+)	1U2 topolový luh vrbový +++/+(+)	1–3 B–C 5b Alni glutinosae-saliceta inf. et sup. +++/+(+)

3.3. Preventivní a ochranná opatření

V závislosti na určení stupně invazibility a citlivosti porostu je možné provést vhodná preventivní či ochranná opatření, která byla specifikována v metodice Černý et Strnadová (2011). Vzhledem k pokroku ve znalostech problematiky je vhodné tato opatření revidovat a aktualizovat. V následujícím seznamu jsou tato opatření týkající se primárně břehových porostů (dílčí částí též porostů doprovodných a lesních) uvedena, případně krátce osvětlena.

Preventivní opatření

- Vyškolení příslušného odborného a technického personálu. Potřebná je zejména včasná a přesná identifikace choroby. Průzkum zdravotního stavu porostů je vhodné provádět během července až září, identifikaci typických symptomů na bázi je vhodné provádět v druhé půli léta. Symptomy viz Černý et al. 2010. Je vhodné vytvoření databáze výskytů choroby využitelné v předvídání a hodnocení rizik a možností šíření patogenu.
- Při plánování (preventivních) opatření je vhodné se zaměřit nejdříve na nejvíce invazibilní oblasti – pánevní a ploché krajinné útvary s vysokou hustotou vodních toků, na dolní a střední úseky větších toků (toky 2. a 3. řádu) s velkým podílem olší v břehových porostech a v porostech navazujících, rybníční soustavy, oblasti s četnými povodněmi a podobně.
- Monokulturní porosty a porosty s vysokým podílem olše zejména ve vysoce invazibilních oblastech a úsecích vodních toků systematicky převádět na porosty druhově pestřejší i preventivně v rámci standardních pěstebních zásahů.
- V invazibilních či kontaminovaných oblastech a porostech by olše v břehových porostech dlouhodobě neměly tvořit více než 20 %. Jen tak lze zabránit rozvoji epidemie (případně jejímu opakování) s destruktivním dopadem na porost jako celek.
- Podíl olší v břehové linii dlouhodobě snižovat na cca 20 % zejména v citlivých úsecích vodních toků: s malým sklonem, s pomalým prouděním vody, v nadjezí, ve výtopách rybníků a podhrází, v místech s vysokou hladinou podzemní vody, na nízkém břehu, v místech četných záplav, v blízkosti napadených porostů, aj.
- Olši je vhodné primárně nahrazovat tam, kde je břeh dostatečně zpevněn jiným způsobem, nebo lze efektivně použít jiné dřeviny. Porosty olší by měly být zachovávány a chráněny primárně v místech, kde chybí jiné zpevnění a kde za olše není možné najít technicky ekvivalentní dřevinu.
- Olši bude možné používat ve směsi s jinými dřevinami, v málo invazibilních lokalitách a porostech, na místech s rychlejším prouděním vody, místech s nižší hladinou spodní vody, se stabilnějšími průtoky a s nízkým stresem.
- V případě společenstev mokřadních olšin cenných např. z hlediska ochrany přírody je vhodné co nejvíce snižovat zejména invazibilitu navazujících břehových, doprovodných a dalších porostů (snižovat podíl olše, dosazovat jiné technicky odpovídající taxony – vrby) a vytvářet nárazníkový pás z rezistentních dřevin.
- Tam, kde je to možné a hrozí riziko zavlečení patogenu (případně patogen je již přítomen), pročišťovat zanesené stávající odvodňovací příkopy; některá stanoviště může být vhodné zprůtočnit (1G).

Kácení v napadených porostech

- Před provedením prací (i dodavatelskými firmami) proškolit či poučit zodpovědné pracovníky či přímo technické pracovníky provádějící příslušné práce.
- Předcházet zavlékání patogenu do zdravých porostů při těžbách, dosadbách apod. Kácení a další technicky náročné práce v napadených porostech je vhodné provádět v druhé polovině zimy, kdy je patogen nejméně aktivní. Optimální je kácení na sněhu.
- V břehových porostech lze z čistě technického hlediska k odstranění doporučit dřeviny s více než cca 50% proschnutím koruny nebo cca 50% poškozením obvodu krčku. Tyto dřeviny sice mohou

invazi patogenu přežít, nicméně během následných let podlehnou tlaku sekundárních patogenů nebo dojde k infekci odhaleného krčku dřevokaznými houbami, rychlému rozvoji hniloby (často rezavec lesknavý) a zlomu dřeviny. V hospodářských lesních porostech lze jako neperspektivní označit jedince s přítomnými nekrotizacemi krčku obecně a s prosycháním větším než cca 50 % (minimalizace přírůstu dřevní hmoty).

- Při těžbě nejprve pracovat ve zdravých porostech či jejich částech, poté přejít do porostů nemocných. Na drobném toku nejprve pracovat v horním úseku, pak přecházet níž.
- Akutně napadené dřeviny (s čerstvými lézemi a exudáty na kmenech, kořenech a náběžích, s chlorotizovaným olistěním atd.), které jsou určeny k odstranění, musí být viditelně označeny. Práce s nimi a v jejich kořenové zóně (jedná se o lokalitu s aktivním výskytem patogenu!) by měla probíhat jako poslední a se zvýšenou opatrností. Po provedení činností lze odůvodněně předpokládat kontaminaci pracovní techniky, nástrojů a obuvi.
- Patogen může být přítomen na přežívajících kořenech a krčcích všech poškozených dřevin (i dřevin s odumřelými kmeny) a v půdě v jejich okolí (možná kontaminace obuvi, techniky!). Patogen je přítomen v aktivním stavu v bázích kmenů s nekrotizovanými pletivy, které je vhodné odříznout a ponechat na lokalitě. Těžební zbytky na lokalitě mohou být snadno kontaminovány mj. i vzhledem k disturbancím vzniklým při těžbě. Všechny výše zmíněný materiál je tedy potenciálně vysoce infekční, proto je vhodné těžební zbytky zlikvidovat přímo na místě (spálit). Pokud by měl být tento materiál (např. báze kmenů) využit, tak pouze jako palivové dřevo – v tom případě s ním může být manipulováno jen se zvláštní opatrností.
- Materiál vytěžený a odvezený z napadených porostů nesmí být skládkován v blízkosti zdravých porostů olší, vodotečí, drenáží apod. Materiál z kontaminovaných lokalit by měl být označen jako potenciálně infekční a kupující by měl být informován o vhodných opatřeních a o případných rizicích plynoucích zejména z nevhodného uložení materiálu.
- K potlačení přežívání patogenu lze doporučit případné ošetření pařezů vybraných infikovaných olší vhodným (nejlépe biologickým) přípravkem.
- Vytěžený materiál by měl být co nejdříve z porostu odvezen. Mrtvé dřevo a kmeny živých stromů bez přítomnosti nekrotizovaných pletiv či se zavalenými lézemi (bez výskytu symptomů přítomnosti patogenu v aktivním stavu) jsou pro manipulaci bezpečné, protože patogen se v pletivech nevyskytuje. Při neopatrné manipulaci, zejména pak při přibližování, ovšem může být tento materiál kontaminován během kontaktu s infikovanými těžebními zbytky olší, kontaminovanou půdou, apod., proto je vhodné k němu vždy přistupovat jako k potenciálně infekčnímu.
- Potenciálně infekční materiál z kontaminovaných lokalit musí být co nejdříve zpracován a bezpečně uložen.
- Pokud je z provozních důvodů potřeba přejít s pracemi z infikovaných porostů do porostů zdravých (zejména pak na jinou lokalitu), je předtím vhodné desinfikovat pracovní pomůcky (líh, Savo atd.), očistit obuv, případně omýt techniku, atd.
- Externí dodavatelé prací musí být náležitě poučeni o možných rizicích hrožících ze strany plísně olšové a musí dodržovat příslušné pokyny (např. postup kácení), které mohou být přímo součástí smluv.
- Tzv. samovýroba je činnost v kontaminovaných lesních porostech vysoce riziková a měla by být zcela vyloučena, případně by měla probíhat pod důkladnou kontrolou.

Dosadby

- Při dosadbách na větších úsecích postupovat adekvátně jako při kácení – nejprve dosazovat úseky bez přítomnosti patogenu, invadované úseky později. Dosadby je vhodnější provádět na jaře (nižší aktivita patogenu) než na podzim.
- Po pracích v kontaminovaných úsecích nesmí být pokračováno v práci v úsecích bez výskytu patogenu – pokud je to nutné, je možné před přechodem do porostů zdravých desinfikovat podrážky obuvi (rohože) a pracovní nástroje.

- Vysazovat pouze kontrolovaný zdravý materiál olše ze spolehlivého zdroje (vhodná zálaha z podzemního zdroje či kontrolovaného povrchového zdroje). Bohužel, latentní infekce se neprojeví ve zdravotním stavu rostliny a na základě vizuální kontroly nelze mít 100% jistotu, že sazenice není infikovaná. Ve vysoce invazibilních oblastech s obtížnou náhradou olše (1G, 6L) preferovat přirozenou obnovu olše a předcházet možnosti zavlečení se školkařským materiálem.
- Výsadbu olše provádět výše v břehu tak, aby krčky i při případném pohybu koryta zůstaly mimo jeho omočený profil.
- V místech výskytu patogenu dosazovat olše pouze v omezené míře nebo vůbec ne, v případě potřeby po odeznění vrcholu epidemie je vhodnější využít přirozené zmlazení v místě (tj. potomstvo dřevin, které infekci přežily, u něhož lze předpokládat vyšší stupeň tolerance). Vhodné využít jiné stanovištně odpovídající dřeviny. Podíl olše by v citlivých či kontaminovaných úsecích neměl převyšovat 20 %.
- Náhradní dosadby musí být prováděny původními, stanovištně a technicky adekvátními dřevinami a křovinami. V břehových porostech s dominantní olší je zapotřebí snížit podíl olší v břehové linii a v její blízkosti (nejméně 4 m). Je nutné do břehových porostů zavádět další stanovištně a technicky odpovídající dřeviny, jimiž bude olše alespoň částečně nahrazena. Jako nejvhodnější druhy (pro oblast povodí Vltavy) lze uvést pro stanoviště s vysokou hladinou spodní vody vrbu bílou, vrbu křehkou, vrbu červenavou, střemchu hroznovitou, topol černý, jasan ztepilý, a jilm vaz. Na místech s nižším stresem pak lze vhodně použít např. dub letní, javory klen a mléč, jilm horský, jilm habrolistý, lípy srdčitou a velkolistou a jiné dřeviny. V kontextu obnovy bude vhodné používat ve větší míře křoviny, např. křovité vrby (vrbu nachovou, v. popelavou, v. trojmužnou, v. košíkářskou, v. pětimužnou a v. ušatou), krušinu olšovou, brslen evropský, kalinu obecnou, ptačí zob obecný, svídu krvavou, zimolez černý, tavolník vrbolistý, řešetlák počisticivý a lísku obecnou. Při dosadbách je nutné respektovat ekologické a stanovištní požadavky a technické vlastnosti dřevin a v případě tavolníku vrbolistého rovněž jeho areál (podrobně viz Černý et al. 2013).

Další opatření

- Opatření ve školkách (pěstování zdravého materiálu olší) jsou nad rámec této metodiky a byla blíže specifikována v předcházející práci Černý et Strnadová (2011). Zejména se sestávají z kontroly materiálu, rotace materiálu, kontroly a případně úpravy či změny zdroje zavlažování, omezení závlah, použití vhodných přípravků na ochranu rostlin, dezinfekci obuvi, nástrojů a mechanizace.
- Pro stabilitu porostu (břehu) a podporu genofondu olše je obecně žádoucí zachovávat a podporovat fenotypově odolné jedince v porostech napadených olší.
- Reflektovat výskyt dalších invazních patogenů – zejména *Hymenoscyphus fraxineus* způsobujícího nekrózu jasanu a lokálně některých dalších (*Glomerella cingulata*, *Phytophthora* spp.).
- Nutné další studium biologie patogenu – klíčové je objasnění šíření patogenu nezávislého na školkařském materiálu.
- Vhodná je identifikace odolných genotypů, jejich uznání jako kvalifikovaného reprodukčního materiálu, převedení do kultury, založení semenných sadů či směsí klonů a jejich další využití včetně šlechtění na odolnost.

4. Srovnání novosti postupů

Fytoftorová hniloba kořenů a krčků olší je závažným fytopatologickým problémem, který se nejdůrazněji projevuje ve vodohospodářství, lesnictví a v ochraně přírody a krajiny. Bohužel, studium tohoto problému bylo v rámci celé Evropy v uplynulé dekádě výrazně potlačeno pod vlivem invaze *Hymenoscyphus fraxineus* a přesměrováním většiny evropských výzkumných fytopatologických kapacit tímto směrem. Z tohoto důvodu v posledních letech nevznikla jediná práce zabývající se epidemiologií fytoftorové hniloby olší a nebyla aktualizována metodická opatření ochrany porostů

atd. Ekologie plísně olšové a epidemiologie choroby jsou navíc extrémně komplikované a např. s ekologií *H. fraxineus* a epidemiologií nekrózy jasanu zcela nesouměřitelné a dosud obsahují celou řadu neprozkoumaných oblastí (např. šíření patogenu na krajinné úrovni). Při vypracování metodiky bylo tedy nutno se z největší části spoléhat na vlastní výzkumy a zkušenosti.

Předložená metodika navazuje na metodiku managementu porostů napadených plísní olšovou (Černý et Strnadová 2011), kterou podstatně rozšiřuje o terénní část a přebírá z ní ochranná opatření, která na základě nových znalostí doplňuje a aktualizuje. Materiál tak tvoří komplexní celek, který lze použít v praxi při identifikaci invazibilních a vůči rozvoji choroby citlivých oblastí, porostů a stanovišť a při plánování vhodných ochranných a preventivních opatření.

5. Popis uplatnění certifikované metodiky

Hlavním přínosem metodiky je určení stanovišť a porostů (případně jejich charakteristik) s vysokou citlivostí vůči zavlečení či rozšíření plísně olšové a s vysokou citlivostí vůči následnému rozvoji choroby. Dalším přínosem metodiky je určení těchto stanovišť či faktorů na různé prostorové úrovni (krajina, porost, jedinec) a relativní určení jejich rizikovosti na třístupňové škále. Dále je pro jednotlivé biotopy, společenstva, SLT a STG vyjádřena míra jejich invazibility a citlivosti vůči poškození. Metodika obsahuje aktualizovaný přehled opatření doporučených v péči o břehové porosty olší.

Použití metodiky v praxi zvýší efektivitu prováděných opatření a omezí šíření a dopad plísně olšové v krajině. S pomocí metodiky lze identifikovat invazibilní a citlivé oblasti, porosty a stanoviště z hlediska šíření plísně olšové. Dále lze plánovat vhodná a efektivní pěstební opatření. S pomocí metodiky lze provádět dlouhodobý úspěšný management olše a fytoftorové hniloby olší a předcházet nejhorším dopadům choroby.

Hlavními uživateli metodiky jsou správci toků (zejména Povodí Vltavy, státní podnik) a majitelé a správci lesů a další odborní pracovníci ve vodohospodářství, lesnictví a v ochraně přírody a krajiny.

6. Ekonomické aspekty

Škody, které způsobuje plíseň olšová v břehových porostech, sestávají jednak z přímých škod na dřevinách a jednak z nákladů na odstranění odumřelých či vážně poškozených dřevin a na náhradní výsadbu a její zajištění. V rámci studií Černý et al. (2016b,c,d) bylo zjištěno, že průměrná výše škod způsobených plísní olšovou v porostech olší dosahuje podle Vyhlášky č. 441/2013 Sb. Ministerstva financí cca 51,6 tis. Kč na 100 m napadeného jednostranného břehového porostu a 84,7 tis. Kč podle metody nákladové (Bulíř 2013). Celkové škody v povodí Vltavy se v současné době s největší pravděpodobností pohybují v řádu mld. Kč (dle Vyhlášky č. 441/2013 Sb.). Samotné náklady na obnovu 100 m břehového porostu olší činí cca 31,6 tis. Kč (Černý et al. 2016b). V následující dekádě mohou tyto náklady dokonce vzrůst na několiknásobek této hodnoty – to pokud by bylo nutno nahradit všechny dosud infikované a zatím z větší části přežívající olše (Černý et al., unpubl., data získána v průběhu řešení projektu Phytal).

Olše je s více než 50% podílem dominantní dřevinou v břehových porostech povodí Vltavy (Strnadová 2013). Plíseň olšová se vyskytuje v tisících km vodních toků v oblasti – výskyt byl dosud evidován v 5 900 km zkoumaných toků (více než 60 % celkové zkoumané délky toků; Černý et al. 2016a). Vzhledem k tomu, že na 100 m napadeného břehového porostu připadne v průměru 1,9 odumřelé olše, lze na základě výše uvedených skutečností aproximovat, že na těchto tocích mohlo potenciálně odumřít i více než 200 tis. olší.

V reálu samozřejmě nebude zdaleka nutné provádět náhrady všech odumřelých či odumírajících olší a to z mnoha důvodů, přičemž hlavním z nich budou mnohdy více či méně lokální škody, které bude možno vyřešit v rámci podpory sousední přežívající dřeviny v rámci porostu.

S nutnými a mnohdy i rozsáhlými náhradními dosadbami je nutno ale počítat v případě hrozících významných škod v porostech s vyšším podílem olše. Na základě výsledků projektu Phytal (mapování břehových porostů pracovníky Povodí Vltavy s.p.) lze odhadnout, že tyto škody potenciálně mohou hrozit na cca 1/3 kilometráže vodních toků v povodí Vltavy (tj. na vodních tocích s průměrnou 70% pokryvností břehových porostů se současným zastoupením olše v průměru přes 50 %). To celkově činí více než 7,5 tis. km vodních toků a lze odůvodněně předpokládat, že z této délky vodních toků je zároveň nejméně 1/3 vysoce invazibilních porostů (míněny jsou významné vodní toky, které jsou již z velké části patogenem osídleny).

Vzhledem k současným nákladům na obnovu břehových porostů napadených plísní olšovou (cca 31,6 tis. Kč na 100 m úsek napadeného porostu olší – Černý et al. 2016) je zjevné, že se jedná o dlouhodobě finančně a organizačně extrémně náročnou akci. Proto by obnova porostů měla být primárně zaměřena na úseky, ve kterých akutně či potenciálně hrozí významná rizika poškození či rozvrácení břehových porostů a dalších následných škod (technických, environmentálních, ekosystémových a dalších). Specifikace těchto úseků a cílená péče o ně pak povede k vyšší efektivitě vynaložených prostředků na údržbu a obnovu břehových porostů a to jak v krátkodobé, tak zejména v dlouhodobé perspektivě.

7. Seznam použité související literatury

- Aguayo J., Elegbede F., Husson C., Saintonge F.-X., Marçais B. (2014): Modeling climate impact on an emerging disease, the *Phytophthora alni*-induced alder decline. *Global Change Biology*, 20:3209–3221.
- Bjelke U., Boberg J., Oliva J., Tattersdill K., McKie B. (2016): Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems. *Freshwater Biology*, 61:565–579.
- Brasier C. M., Kirk S. A., Delcan J., Cooke D. E., Jung T., Man In't Veld W. A. (2004): *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycological Research*, 108:1172–1184.
- Brauns M., Garcia X.F., Pusch M.T., Walz N. (2007) Eulittoral macroinvertebrate communities of lowland lakes: discrimination among trophic states. *Freshwater Biology*, 52:1022–1032.
- Bulíř P. (2013): Metodika oceňování okrasných rostlin na trvalém stanovišti. Vyd. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 197 s.
- Burns R.M.H., Honkala B.H. (1990) *Silvics of North America: Hardwoods*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.
- Claessens H., Oosterbaan A., Savill P., Rondeux J. (2010) A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry*, 83:1–17.
- Černý K. (2016): Nepůvodní invazní patogeny dřevin – výzva nebo předem ztracený boj? *Živa* 2016:286–291.
- Cerný K., Gregorova B., Strnadova V., Holub V., Tomsofsky M., Cervenka M. (2008): *Phytophthora alni* causing the decline of black and gray alders in the Czech Republic. *Plant Pathology*, 57:370.
- Černý K., Strnadová V. (2010): *Phytophthora* Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 46:12–18.
- Černý K., Strnadová V. (2011) Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – management napadených porostů. Certifikovaná metodika 5/2011-056. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 30.4.2012 MŽP (čj. 31987/ENV/12, 1998/610/12). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 31 s.
- Černý K., Strnadová V. (2012): Winter Survival of *Phytophthora alni* subsp. *alni* in Aerial Tissues of Black Alder. *Journal of Forest Science*, 58:328–336.
- 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., Strnadová V., Velebil J., Baroš A., Bulíř P. (2013): Obnova a dlouhodobá péče o břehové porosty v povodí Vltavy. Certifikovaná metodika VÚKOZ, v.v.i., 4/2013-056, QJ92A207. Certifikace MZe: 20.11. 2013, čj. 77365/2013-MZE-16222/M70. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 135 s.
- Černý K., Pešková V., Modlinger R. (2015a): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v lesních porostech ČR – předběžné výsledky. Zprávy Lesnického Výzkumu. 60:201–211.
- Černý K., Strnadová V., Romportl D., Mrázková M., Havrdová L., Hrabětová M., Modlinger R., Pešková V. (2015b): Factors affecting *Phytophthora alni* distribution in State Forests of the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 121–123.
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2015c): Climate change can affect the impact of *Phytophthora alni* subsp. *alni* In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 115–117.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Zahradník D. (2016a): Současné rozšíření fytoftorové hniloby olší v břehových porostech povodí Vltavy. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 23.11.2016, MZe (67348/2016-MZE-16222/MAPA662). 19 s.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochl P., Zahradník D. (2016b): 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. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31398/2016-MZE-16222/MAPA651). 16 s.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochl P., Romportl D. (2016c): Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. Předběžné výsledky. Vodní hospodářství, vodnihospodarstvi.cz/ekonomicke-skody-zpusobene-plisni-olsovou/.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochl P., Zahradník D. (2016d): 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. QJ1220219. Certifikace 23.11.2016, MZe (67347/2016-MZE-16222/MAPA661). 18 s.
- Elliott J.M., Elliott J.A. (2010): Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. Journal of Fish Biology, 77:1793–1817.
- Erős T., Botta-Dukát Z., Grossman G.D. (2003): Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patch-based approach. Ecology of Freshwater Fish, 12:141–150.
- Erwin D.C., Ribeiro O.K. (1996): *Phytophthora* Diseases Worldwide. American Phytopathological Society Press, St. Paul.
- Flory E.A., Milner A.M. (1999). Influence of riparian vegetation on invertebrate assemblages in a recently formed stream in Glacier Bay National Park, Alaska. Journal of the North American Benthological Society, 18:261–273.
- Gibbs J.N. (1995): *Phytophthora* root disease of alder in Britain. EPPO Bulletin, 25:661–664.
- 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. European Journal of Forest Pathology, 29:39–50.
- Handa I.T., Aerts R., Berendse F., Berg M.P., Bruder A., Butenschoen O., et al. (2014): Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. Nature, 509:218–221.
- Haque M. M., Díez J. J. (2012): Susceptibility of common alder (*Alnus glutinosa*) seeds and seedlings to *Phytophthora alni* and other *Phytophthora* species. Forest Systems 21:313–322.

- Haque M. M., Hidalgo E., Martín-García J., De-Lucas A.I., Diez J. J. (2015): Morphological, physiological and molecular characterization of *Phytophthora alni* isolates from Western Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 142:731–745.
- Havrdová, L., Zahradník, D., Černý, K., Chumanová, E., Romportl, D., Pešková, V. (2016): Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nekrózou jasanu. Specializovaná mapa s odborným obsahem, ISBN 978-80-87674-15-4. Certifikace 2. 11. 2016 MZe (osvědčení č. 60487/2016-MZE-16222/MAPA656). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 43 s.
- Hibbs D.E., Debell D.S., Tarrant R.F. (1994): *The Biology and Management of red Alder*. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.
- Husson C., Aguayo J., Revellin C., Frey P., Ioos R., Marçais B. (2015) Evidence for homoploid speciation in *Phytophthora alni* supports taxonomic reclassification in this species complex. *Fungal Genetics and Biology*, 77:12–21.
- Chandelier A., Abras S., Laurent F., Debruxelles N., Cavelier M. (2006): Effect of temperature and bacteria on sporulation of *Phytophthora alni* in river water. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71:873–880.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M. /eds./ (2001): *Katalog biotopů České republiky*. AOPK ČR, Praha, 304 s.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. /eds./ (2010): *Katalog biotopů České republiky*. 2. vydání, AOPK ČR, Praha, 445 s.
- Jančařík V. (1993): Usychání olší. *Lesnická práce*, 72:14–16.
- Jonsson B., Jonsson N. (2009) A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology*, 75:2381–2447.
- Jung T., Blaschke M. (2004): *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathology*, 53:197–208.
- Moravec J., Husová M., Chytrý M., Neuhauslová Z. (2000): *Přehled vegetace České republiky*, sv. 2. Hygrofilní, mezofilní a xerofilní opadavé lesy. Praha, Academia, 2000. 319 s.
- Neuhauslová Z. (2003): *Přehled vegetace České republiky*, sv. 4. Vrbetopologické luhy a bažinné olšiny a vrbiny. Academia, Praha, 78 s.
- Plíva K. (1987): *Typologický klasifikační systém ÚHÚL.ÚHÚL*, Brandýs nad Labem. 52 s.
- Redondo M., Boberg J., Olsson C., Oliva J. (2015): Winter conditions correlate with *Phytophthora alni* subspecies distribution in Southern Sweden. *Phytopathology*, 105:1191–1197.
- Riedl M., et al. (2014): *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013*. ISBN 978-80-7434-153-3, MZe Praha 2014, 134 s.
http://eagri.cz/public/web/file/337394/Zprava_o_stavu_lesa_2013.pdf
- Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S.P. , et al. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13:126–139.
- Romportl D., Chumanová E., Černý K., Havrdová L., Pešková V., Strnadová V. (2015): Mapa potenciálního rizika výskytu a škod způsobených *Phytophthora xalni* v lesních porostech ČR Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ220219. Certifikace 8.12.2015 MZe (č.j. 66448/2015-MZE-16222/MAPA627). 16 p.
- 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. *Journal of Maps*, 12:280–284.
- 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.
- 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 Pathology*, 32:179–191.
- Strnadová V. (2013): Technický stav břehových porostů. In: Baroš. A. [ed.]: *Břehové porosty vodních toků*. Sborník konference Břehové porosty vodních toků, Průhonice, 2013:51–55.
- 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., Brejchová P., Černý K. (2007): Olše lepkavá, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a její chřadnutí na modelovém příkladu břehových porostů řeky Lomnice. *Acta Průhoniana* 86:15-38.
- Strnadová V., Černý K., Holub V., Gregorová B. (2010) The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. *Journal of Forest Science*, 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. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 31:153–162.
- Thoirain B., Husson C., Marçais B. (2007): Risk factors for the *Phytophthora*-induced decline of alder in Northeastern France. *Phytopathology*, 97:99–105.
- 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 Protection Science* 49, Special Issue: S3–S10.
- Válek Z. (1977): Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel. SZN, Praha, 203 s.
- Wipfli M.S. (1997): Terrestrial invertebrates as salmonid prey and nitrogen sources in streams: contrasting old-growth and young-growth riparian forests in southeastern Alaska, U.S.A. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54:1259–1269.

8. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Zahradník D. (2016): Současné rozšíření fytoftorové hniloby olší v břehových porostech povodí Vltavy Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 23.11.2016, MZe (67348/2016-MZE-16222/MAPA662), 19 s. **QJ1220219.**
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochllová P., Zahradník D. (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. QJ1220219. Certifikace 23.11.2016, MZe (67347/2016-MZE-16222/MAPA661), 18 s. **QJ1220219.**
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochllová 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, vodnihospodarstvi.cz/ekonomicke-skody-zpusobene-plisni-olšovou/*. **QJ1220219.**
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochllová P., Zahradník, D. (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. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31398/2016-MZE-16222/MAPA651), 16 s. **QJ1220219.**
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochllová P., Zahradník D. (2016): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy s využitím nákladové metody. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31392/2016-MZE-16222/MAPA650), 16 s. **QJ1220219.**
- 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. *Journal of Maps*, DOI: 110.1080/17445647.2016.1198996. **QJ1220219.**
- Romportl D., Chumanová E., Černý K., Havrdová L., Pešková V., Strnadová V. (2015): Mapa potenciálního rizika výskytu a škod způsobených *Phytophthora xalni* v lesních porostech ČR Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 8.12.2015 MZe (č.j. 66448/2015-MZE-16222/MAPA627), 16 p. **QJ1220219.**

- Štochlová P., Novotná K., Černý K. (2016): Variation in *Alnus glutinosa* susceptibility to *Phytophthora alni* infection and its geographic pattern in the Czech Republic. *Forest Pathology*, 46:3–10. QI92A207.
- Černý K., Modlinger R., Pešková V. (2015): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v lesních porostech ČR – předběžné výsledky. *Zprávy Lesnického Výzkumu*, 60:201–211. **QJ1220219.**
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2015): Climate change can affect the impact of *Phytophthora alni* subsp. *alni* In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 115–117.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hejná M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Romportl D. (2015): Economical losses caused by *Phytophthora alni* in riparian stands. Typological study of Vltava River basin (Czech Republic), 118–120. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 118–120.
- Černý K., Strnadová V., Romportl D., Mrázková M., Havrdová L., Hrabětová M., Modlinger R., Pešková V. (2015): Factors affecting *Phytophthora alni* distribution in State Forests of the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 121–123.
- Tomšovský M., Štěpánková P., Strnadová V., Hanáček P., Černý K. (2015): Identification of *Phytophthora alni* subspecies in riparian stands in the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 183.
- Černý K., Mrázková M., Hrabětová M., Strnadová V., Romportl D., Havrdová L., Haňáčková Z., Novotná K., Štochlová P., Loskotová T., Pešková V. (2015): Invaze houbových patogenů – riziko pro lesní hospodaření v ČR? In: Invazní škodlivé organismy v lesích ČR. Sborník příspěvků, ČLS, Praha. 31–45. DF13P010VV009, **QJ1220219.**
- Černý K., Strnadová V., Pešková V. (2013): *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk. Plíseň olšová. *Lesnická práce* 92, Příloha, 4 p. **QJ1220219.**
- Černý K., Strnadová V., Romportl D. (2013): Landscape typology of Vltava River Basin and impact of *Phytophthora alni* subsp. *alni* invasion. In: Lebeda A., Burdon J.J. (eds.): 1st. International Conference Wild Plant Pathosystems. Conference Proceedings. 2.-5.7. 2013. UPOL, Olomouc.85–86. **QJ1220219.**
- Strnadová V. (2013): Technický stav břehových porostů. In: Baroš. A. [ed.]: Břehové porosty vodních toků. Sborník konference Břehové porosty vodních toků, Průhonice, 51–55. QI 92A207
- 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 Protection Science*, 49, Special Issue:S3–S10. **QJ1220219.**
- 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. VaV SP/2d1/36/07.
- Černý K., Strnadová V. (2012): Winter Survival of *Phytophthora alni* subsp. *alni* in Aerial Tissues of Black Alder. *Journal of Forest Science* 58: 328–336. QI92A207, SP-2d1/36/07.
- Štochlová P., Kozlíková K., Černý K. (2012): Factors affecting *Phytophthora alni* subsp. *alni* infection development in black alder segments. *Journal of Forest Science*, 58:123–130. QI92A207.
- Černý K. (2011): Nebezpečné patogeny lesních dřevin *Phytophthora alni* a *Chalara fraxinea*: rozšíření, význam a možná rizika vyplývající z jejich zdomácnění. *Zpravodaj Ochrany Lesa*, 15:71–75. VaV SP 2d1-07-36, NAZV QI92A207.
- Černý K., Strnadová V. (2011): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – management napadených porostů. Certifikovaná metodika 5/2011-056. VaV SP-2d1/36/07.

- Certifikace 30.4.2012 MŽP (čj. 31987/ENV/12, 1998/610/12). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 31 s. VaV SP-2d1/36/07
- Černý K., Strnadová V., Hrubá T. (2010): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. NAZV QI 92A207. Certifikace 18.3.2011 MZe (č.j. 54683/2011-MZE). 4 p. QI 92A207.
- Černý K., Strnadová V. (2010): *Phytophthora Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic*. Plant Protection Science, 46:12–18. VaV-SP/2d1/36/07, MZP 0002707301.
- Strnadová V., Černý K., Holub V., Gregorová B. (2010): The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. Journal of Forestry Science, 56:41–46. VaV-SP/2d1/36/07, MZP 0002707301.
- Černý K., Strnadová V., Gregorová B., Mrázková, M. (2010): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – identifikace choroby, odběr vzorků. Certifikovaná metodika 4/2011-056. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 1.2.2011 MŽP (čj. 6405/ENVV/11, 110565/ENV/10). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 26 s. VaV SP-2d1/36/07.
- Cerny K., Gregorova B., Strnadova V., Holub V., Tomsofsky M., Cervenka M. (2008): *Phytophthora alni* causing the decline of black and gray alders in the Czech Republic. Plant Pathology 57: 370.
- Černý K., Strnadová V., Gregorová B., Holub V., Gabrielová Š. (2008) Nový invazní patogen *Phytophthora alni* a epidemické chřadnutí břehových porostů olší v ČR. Ochrana Přírody, 63:6–9.
- 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. (2007) Současné poškození břehových porostů olší z pohledu ochrany krajiny. In: Dreslerová et Packová /ed./ Ohrožené dřeviny České republiky, Geobiocenologické spisy, 12:180–183.
- Strnadová V., Brejchová P., Černý K. (2007): Olše lepkavá, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a její chřadnutí na modelovém příkladu břehových porostů řeky Lomnice. Acta Pruhoniana, 86:15–38.

Poděkování

Metodika byla vypracována s podporou výzkumného projektu NAZV QJ1220219 Ministerstva zemědělství ČR. Za dlouhodobou pomoc a spolupráci děkujeme kolegům z Povodí Vltavy, státní podnik, Mgr. Jiřímu Vaitovi, Ing. Václavu Bártovi a všem úsekovým technikům, kteří poskytli cenná terénní data. Za cenné připomínky pak děkujeme oběma recenzentům metodiky – Mgr. Jiřímu Vaitovi (PVL, s. p.) a Ing. Martinu Veselému (MZe).