

Patogeny rodu *Phytophthora* na lesních dřevinách

Michal Samek, František Lorenc



lesní ochranná služba



Obr. 1: Napadení sazenic buku lesního patogenem *P. cactorum* a typické symptomy projevující se napadením asimilačního aparátu.

ÚVOD

Nápadná podobnost morfologických znaků řadila po dlouhou dobu zástupce rodu *Phytophthora* do říše hub (Fungi). V současnosti ale patří *Phytophthora* do taxonu eukaryotických organismů, superskupiny SAR, skupiny Stramenopiles, třídy Peronosporomycetes (též oomycety). Patogeny z rodu *Phytophthora* na našem území zásadně ovlivňují pěstování minimálně sedmi taxonů lesních dřevin i několika cenných společenstev a biotopů. V celosvětovém měřítku způsobuje rod *Phytophthora* na hospodářských plodinách škody v miliardách dolarů a jeho dopad v lesnickém sektoru může potenciálně způsobit kompletní rozvrat porostů i výsadeb. I přes to, že se jedná zřejmě o ekonomicky nejvýznamnější rod patogenů ohrožující všechny druhy rostlin a dřevin, byla jeho přítomnost v Česku dlouho přehlížena. V posledních desetiletích zástupci tohoto rodu způsobovali zejména tzv. padání semenáčků či kořenové hniloby. Některé druhy, např. komplex druhů *P. alni*, se vyznačují úzkou specializací na vybraný druh dřeviny (v tomto případě olše), ale většina jich je zcela polyfágních. Na našem území se s těmito patogeny setkáváme od roku 2000 stále častěji, přičemž celá řada z nich infikuje kromě kořenů i nadzemní části rostlin a mohou nabývat i hybridního původu (např. komplex druhů *P. alni*).

POPIS ZÁSTUPCŮ RODU *PHYTOPHTHORA* A SYMPTOMY NAPADENÍ

Do roku 2000 bylo známo nemnoho zástupců rodu *Phytophthora*. Až s příchodem morfodruhových komplexů, k jejichž determinaci se dospělo kombinací klasických a molekulárních metod, bylo do současnosti celosvětově popsáno více než 200 druhů. Jejich celkový počet však může být i několikanásobně vyšší. V Česku jsou nejčastějšími zástupci rodu na lesních dřevinách plíseň olšová (komplex druhů *P. alni*), plíseň buková (syn. plíseň kaktusová, *P. cactorum*, obr. 1), *P. plurivora* a *P. citricola*. K dalším fytopatologicky významným druhům vyskytujícím se v Česku patří zejména *P. cambivora* a *P. cinnamomi*. Nejvýznamnějšími zástupci rodu ve světě jsou *P. ramorum* a *P. kernoviae*. Výskyt *P. ramorum* byl i přesto, že se na našem území jedná o eradikovaný druh, v posledních letech opakovaně zaznamenán. Většina druhů má hlavní období aktivity patogenu od konce jara do první půle podzimu s pravděpodobným maximem na konci léta, přičemž optimální teplota pro růst se pohybuje mezi 23–28 °C.

Fakt, že za příznivých klimatických podmínek mohou tyto patogeny způsobovat výrazné ztráty, ohrožuje dřeviny ve všech věkových kategoriích. Tomu přispívá i obtížnost pro-



Obr. 2: Změny olistění v korunách způsobené patogenem rodu *Phytophthora*, které je často možné zaměnit s jiným poškozením např. abiotického charakteru.



Obr. 3 a 4: Napadení báze kmenů olše lepkavé s typickými symptomy komplexu druhů *P. alni* – exudáty na kmeni vlevo a jazykovitá léze vpravo.

gnózy šíření organismů rodu *Phytophthora* v současnosti či blízké budoucnosti. Obecně organismy rodu *Phytophthora* přežívají jako saprofyty na organických zbytcích rostlin ve svrchních vrstvách půdy. Podobně jako u většiny oomycet je jejich vývoj a šíření závislé na dostatečném množství vody či vysoké vzdušné vlhkosti. Tyto podmínky následně napomáhají k nadprůměrné tvorbě sporangálních výtrusů a šíření zoospor. Fytofory se při vhodných podmínkách (vlhko, teplo) a s přítomností cílového hostitele mohou projevat i jako parazité. Obecně se rozmnožují nepohlavně (zoospory, chlamydospory) i pohlavně (oospory). Druhy šířené půdou infikují jemné kořeny, silné kořeny v místech poranění a kořenové krčky prostřednictvím zookonidií při vysoké půdní vlhkosti. Druhy šířené vzduchem infikují listy, stonky, plody a kůru stonků a větví prostřednictvím výtrusnic (sporangii), které jsou šířeny větrem a deštěm při vysoké vzdušné vlhkosti. Celá řada druhů se šíří kombinovaně a může infikovat podzemní i nadzemní části rostlin. Organismy rodu *Phytophthora* přežívají nepříznivé podmínky především pomocí oospor, chlamydospor a ve formě mycelia v půdě a na organických zbytcích.



Phytophthora může infikovat strom měsíce či roky před symptomatickými změnami v olistění stromů, což často představuje jediný vnější projev patogenu (obr. 2). Tyto symptomy je navíc možné zaměnit s jinými projevy poškození např. abiotického rázu, které zahrnují zmenšení, chlorotizaci a nekrózy listů, neplodnost stromu (v některých případech naopak nadměrnou plodnost), shlukovité olistění a tvorbu sekundárního obrostu na kmeni. Napadení je obecně možné rozdělit do dvou kategorií. V té první dochází k napadení náběhů kořenů a bází kmenů, které je typické nekrózou s charakterem odumírání borky v pásech a tvorbou exudátů (obr. 3 a 4). Při vážnějším napadení bývají tyto symptomy doprovázeny žloutnutím, zmenšením listů a postupujícím prosycháním koruny vedoucím až k odumření jedince. V těchto případech se většinou jedná o akutní a velmi nebezpečné napadení, které u nás reprezentují zejména druhy *P. cambivora* a *P. citricola* a komplex druhů *P. alni*. V druhé kategorii dochází k odumírání drobných kořenů, které se projevuje podobnými symptomy jako tracheomykózy, přičemž se jedná o napadení chronického charakteru. Mezi významné zástupce v této kategorii patří *P. quercina*, *P. citricola* a *P. pseudosyringae*, které se např. na dubu často vyskytují při delších periodách sucha. I když je napadení těmito druhy chronického rázu, může i u nich při náhlé změně vnějších podmínek dojít k akutnímu odumírání hostitelů.

V případě školkařského provozu zástupci rodu *Phytophthora* napadají semenačky či sazenice prostřednictvím půdy, na organických zbytcích, infikovaným osivem, nedostatečnou dezinfekcí pracovních nástrojů, sadbovačů či infikovanou zálivkou. Nejohroženější jsou jednoleté semenačky, které často bývají vystaveny vhodným podmínkám pro rozvoj, jako jsou vysoká půdní a vzdušná vlhkost včetně vysoké teploty (obr. 5). Symptomy napadení organismy rodu *Phytophthora* se začínají projevovat hned po vzejití semenaček. Hlavními projevy jsou žloutnutí a vadnutí nadzemních částí, hniloba kořenů (postupující od nejjemnějších kořenů poslední řádu), kořenového krčku a následné odumření hostitele. Kmínek za suchého počasí usychá a za vlhka hnije, následkem čehož semenaček padá na zem. Napadení má většinou ohniskový charakter. Silně napadené semenačky odumírají. Klíčící rostliny mohou odumřít během několika hodin.

K záměně fytofory s jiným napadením může dojít především v lesních školkách, a to



Obr. 5: Důsledek chřadnutí sazenic v lesních školkách způsobený patogeny rodu *Phytophthora*.

hlavně s patogeny podílejícími se na padání semenáčků (např. rod *Pythium*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*, *Verticillium*). Přítomnost rodu *Phytophthora* lze potvrdit po kultivaci napadených kořenů či nadzemních částí hostitele na selektivním médiu a při následném mikroskopickém vyšetření sporangiálních výtrusů. Identifikace a zařazení k jednotlivému druhu rodu *Phytophthora* jsou možné pouze molekulární analýzou (konkrétně genetickou analýzou). U semenáčků je možné pozorovat příznaky podobné padání i vlivem abiotických faktorů, např. slunečným úžehem (semenáčky zaškracené a zhnědlé jen nad povrchem půdy), žírem kořenů půdními živočišnými škůdci, např. lalokonosci, drátovci či larvami motýlů (vyhlodání kmínků na různých stranách) aj. V těchto případech většinou o přítomnosti houbových patogenů či jiných původcích rozhoduje stav kořenového systému, míra a způsob odumírání.

LESNICKÝ VÝZNAM

Invazní organismy obecně a zejména pak patogeny z rodu *Phytophthora* představují extrémně závažný problém s dalekosáhlými a trvalými následky pro lesní hospodářství. Na tom se podílí i skutečnost, že se jednalo dlouhou dobu o neřešený problém. Změny v lesních ekosystémech mají většinou pomalejší charakter a dosah k laické veřejnosti je často omezen či zkrácen i s ohledem na další příčiny chřadnutí (abiotické a biotické poškození). Infekce způsobená druhy rodu *Phytophthora* zapříčinila v posledních 20 letech epidemii v podobě odumírání dubů v Severní Americe (*P. ramorum*), v Evropě odumírání olší (*P. alni*) a dubů (*P. cinnamomi* aj.) a zejména odumírání eukalyptů v Austrálii (*P. cinnamomi*). Je ale velmi pravděpodobné, že na našem území docházelo ke škodám

způsobeným patogeny z rodu *Phytophthora* již před rokem 2000, a to i s ohledem na významné chřadnutí dubových porostů v druhé polovině 20. století. V ČR nejvýraznější škody způsobil komplex druhů *P. alni* (obr. 6), způsobující fytoftorovou hnilobu kořenů a krčků olše lepkavé a olše šedé, která zde byla poprvé objevena v roce 2001. Výraznému šíření napomohly i významné povodně v roce 2002, které zavlekly infekci až do 50 % lesních porostů s olší. Šíření patogenu se v dospělých porostech ale v posledních letech i kvůli vysokým teplotám či výraznému suchu zpomalilo a jeho působení je pozorováno hlavně ve školkařských provozech, kde může i se spolupůsobením dalších druhů či faktorů zapříčinit nenávratná poškození. V roce 2010 byl v Česku poprvé potvrzen výskyt patogenu *P. plurivora*. Jedná se o nejrozšířenější druh z rodu *Phytophthora* na našem území, přičemž jeho přítomnost je možné pozorovat 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. Pokud budou klimatické extrémny posledních let i nadále pokračovat, může tento druh představovat závažný problém pro bukové a dubové porosty. Chřadnutí buku s typickými symptomy infekce patogenem (obr. 7), pozorované v některých částech republiky (např. Děčínsko), je jen důkazem. V sousedních státech, potažmo v celé Evropě představuje významné riziko pro lesní hospodářství *P. ramorum*, který např. na území Irska, Velké Británie (na modřínu) a v jižní části Evropy působí od roku 2009 velkoplošné škody na hospodářských dřevinách. Problém pro lesní hospodářství je to zejména z důvodu jeho extrémně polyfágního charakteru, kvůli kterému napadá velké spektrum hostitelů (na našem území kromě dubu a buku i celou řadu rostlin), a k jeho šíření dochází pomocí opadavých zoosporangii i na velké vzdálenosti.

MOŽNOSTI OBRANY

Ochrana před zástupci rodu *Phytophthora* by měla spočívat především v preventivních opatřeních. Je důležité zamezit zavlečení do nových lokalit (včetně zabraňování šíření patogenu ve formě organických zbytků ve vodních tocích) a zpomalit šíření již zavlečených druhů. Ve školkách patří mezi vhodná preventivní opatření (obdobně jako u ostatních původců padání semenáčků a kořenových hnilob) provádění pravidelných kontrol vý-

skytu příznaků onemocnění na hostitelích, používání neinfikovaných zdrojů závlahy, používání kvalitního a ověřeného sadebního materiálu s průvodním listem, hluboké a opakované kypření záhonů, zajištění dostatečného proudění vzduchu (zejména proředěním přehoustlých sítí), vyhnutí se přemokření (přiměřenou závlahou, odvodňováním za-



Obr. 6: Infikovaná vodivá pletiva a tvorba exudátů na olši lepkavé komplexem druhů *P. alni*.



Obr. 7: Typický projev napadení buku lesního patogenem rodu *Phytophthora*, tvorba exudátů a odumírání borky v pásech (Děčínsko, červenec 2022).



mokřených stanovišť), dezinfekce substrátu před výsevem nebo školkováním (např. propařováním, půdními fumiganty či biopreparáty), dezinfekce pracovních nástrojů a strojů, dezinfekce sadbovačů (např. chlornan sodný) a moření osiva.

Preventivní a kurativní postřiky fungicidy se provádějí po vzejití semenáčků s opakováním po 10–14 dnech a při vlhkém počasí častěji. Proti oomycetům (včetně patogenů rodu *Phytophthora* a *Pythium*) jsou účinné přípravky obsahující propamokarb, metalaxyl, fosetyl-Al nebo dimethomorf. Přípravky s účinnými látkami propamokarb a metalaxyl jsou vhodné pro půdní aplikace. Též fosfonát draselný (fosfit) dokáže snížit infekční tlak těchto patogenů, nevýhodou je ale jeho krátká trvanlivost. *P. ramorum* je citlivá na síran měďnatý a hydroxid měďnatý, v různých formulacích je středně citlivá na mankozeb a velmi citlivá na metalaxyl. Aktuální seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin lze nalézt na Rostlinolékařském portálu (ÚKZÚZ 2014–2023). Pokud dojde k napadení sadebního materiálu, je potřeba ho neprodleně oddělit od zdravého a vytvořit podmínky nevhodné pro rozvoj patogenu (snížení vzdušné vlhkosti a omezení závlahy). Poté je možné na izolované ploše provádět postřik vhodnými přípravky (fosfonát, metalaxyl). Při vyzvedávání je důležité zkontrolovat kořenové systémy a v případě patrného odumírání a nekrotické sazenice zlikvidovat.

Z lesopěstebních opatření je možné za účelem obrany proti některým zástupcům rodu *Phytophthora* ve školkách i v dospělých porostech změnit druhovou skladbu ve prospěch méně citlivých druhů. Jinak je ale účinná obrana v dospělých porostech obtížně řešitelná a opatření lesopěstebního charakteru nemusí fungovat. To platí zejména proto, že některé druhy, např. *P. plurivora*, mohou mít i přes 400 hostitelů. Kromě předcházení zavlečení patogenu v průběhu umělé obnovy kontaminovanými sazenicemi, např. druhem *P. plurivora*, patří mezi možnosti obrany odstranění a spálení silně napadených jedinců a snížení zakmenění. Pokud dochází k asanaci v blízkosti vodního toku, je potřeba zamezit zbytkům rostlinného materiálu v kontaktu s vodou, aby nedocházelo k dalšímu šíření po proudu jako v případě komplexu druhů *P. alni*. Při samotné likvidaci napadených či odumírajících stromů je po-

třeba aplikovat vhodná sanitární opatření, mezi něž patří dezinfekce pracovních nástrojů, techniky, pracovních oděvů a spálení infikovaného materiálu ihned na asanované lokalitě. Všechny těžební práce je vhodné provádět v zimních měsících (mimo období hlavní aktivity patogenů) a je vhodné omezit provoz pojezdů těžkou technikou, aby nedocházelo k dalšímu šíření do okolí. V případě vzniku napadení ohniskovitěho charakteru je možné v době minimální aktivity patogenu vytvořit izolační ochranný pás bez přítomnosti náchylných hostitelů, kde u všech pařezů dojde k ošetření biocidními přípravky. Poté je možné provádět asanaci uvnitř ohniska, kde je nezbytné všechny rostlinný materiál ihned po těžbě spálit.

LITERATURA

Bergot M., Cloppet E., Pérarnaud V., Déqué M., Benoit M., Desprez-Loustau M. L., 2004: Simulation of potential range expansion of oak disease caused by *Phytophthora cinnamomi* under climate change. *Global Change Biology* 10(9): 1539–1552.

Brasier C., Scanu B., Cooke D., Jung T., 2022: *Phytophthora*: An ancient, historic, biologically and structurally cohesive and evolutionarily successful generic concept in need of preservation. *IMA fungus*, 13(1), 12.

Černý K., Gregorová B., Holub V., Strnadová V., 2003: First finds of 'alder-*Phytophthora*' in the Czech Republic. *Czech Mycology* 55(3–4): 291–296.

Černý K., Gregorová B., Strnadová V., Tomšovský M., Holub V., Gabrielová S., 2008: *Phytophthora cambivora* causing ink disease of sweet chestnut recorded in the Czech Republic. *Czech Mycology* 60(2): 267–276.

Černý K., Tomšovský M., Mrázková M., Strnadová V., 2011: The present state of knowledge on *Phytophthora* spp. diversity in forest and ornamental woody plants in the Czech Republic. *New Zealand Journal of Forestry Science* 41: 75–82.

Černý K., Strnadová V., Pešková V., 2013: *Phytophthora alni* Brasier et S. A. Kirk Plíseň olšová. *Lesnická práce* 92(6): příloha I–IV.

Černý K., Havrdová L., Němec P., Hrabětová M., Mrázková M., Zahradník D., Crigel J., Šetinová D., 2020: Integrovaná ochrana sazenic v lesních školkách před patogeny z r. *Phytophthora*. *Výzkumný ústav pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.*, 40 s.

Černý K., Chumanová E., Havrdová L., Haňáčková Z., Brestovanská T., Zýka V., 2021: Invazní patogeny dřevin v životním prostředí – determinace chorob a možnosti omezení šíření a impaktu na lesní ekosystémy. *Výzkumný ústav pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.*, 56 s.

Daniel R., Wilson B. A., Cahill D. M., 2005: Potassium phosphonate alters the defence response of *Xanthorrhoea australis* following infection by *Phytophthora cinnamomi*. *Australasian Plant Pathology* 34(4): 541–548.

EPPO 2023: EPPO Global Database. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Online: <https://gd.eppo.int/>.

González M., Caetano P., Sánchez M. E., 2017: Testing systemic fungicides for control of *Phytophthora* oak root disease. *Forest Pathology* 47(4): e12343.

Jung T., Pérez-Sierra A., Durán A., Horta Jung M., Balci Y., Scanu B., 2018: Canker and decline diseases caused by soil- and air-borne *Phytophthora* species in forests and woodlands. *Persoonia* 40: 182–220.

Macháčková M., Nakládal O., Samek M., Baťa D., Zumr V., Pešková V., 2022: Oak Decline Caused by Biotic and Abiotic Factors in Central Europe: A Case Study from the Czech Republic. *Forests*, 13(8), 1223.

Mrázková M., Černý K., Tomšovský M., Holub V., Strnadová V., Zlatohlávek A., Gabrielová S., 2010: First Report of Root Rot of Pedunculate Oak and Other Forest Tree Species Caused by *Phytophthora plurivora* in the Czech Republic. *Plant Disease* 94(2): 272.

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 Protection Science* 49(4): 155–164.

ÚKZÚZ 2014–2023: Rostlinolékařský portál. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Online: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx>.

Zapletalová E., Nováková J., 2013: *Phytophthora ramorum, P. kernoviae*. Státní rostlinolékařská správa, 8 s.

Ing. František Lorenc, Ph.D.

Ing. Michal Samek, Ph.D.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Jíloviště – Strnady

E-mail: lorenc@vulhm.cz,

samek@vulhm.cz