

IPM forebyggelse af *Phytophthora* i skove

Iben M. Thomsen, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, imt@ign.ku.dk
Venche Talgø, Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO), Norge

Denne gruppe af skadevoldere er vanskelig at håndtere og kan i værste fald medføre alvorlige svækkelser eller drab af træer. Forebyggelse af spredning er den vigtigste forholdsregel mod *Phytophthora*.

Beskrivelse af sygdommen

Phytophthora angreb er både vanskeligt at erkende og diagnosticere. Symptomerne kan forveksles med svampeangreb eller abiotiske faktorer som roddrukning, jordkomprimering eller tørke. Diagnosen skal stilles ved brug af særlige metoder, og identifikation af art kan kun ske i et laboratorium med ekspertise og udstyr beregnet hertil. Der findes flere arter af *Phytophthora* i danske skove, hvoraf nogle er ret harmløse, mens andre er aggressive parasitter. I mange tilfælde giver *Phytophthora* angreb kun anledning til forbigående svækkelser, eller at enkelte træer går ud. Men *Phytophthora ramorum* er særdeles ondartet og har både løvtræer, nåletræer og buske på værtplantelisten.

På løvtræarter er udflåd på stammens bark det mest karakteristiske symptom på *Phytophthora* angreb. Derudover kan kronen blive klorotisk med lyse blade og andre tegn på generel mistrivsel, fx døde grene som følge af mangel på vand og næringsstoffer. Som regel ses det såkaldte slimflåd ved stammebasis, fordi angrebet udgår fra rødderne, men de karakteristiske brune pletter kan gå højt op ad stammen. Ved angreb af *P. ramorum* vil pletterne nogle gange udelukkende befinde sig i kronen, fordi denne art har sporer som spreder sig med vinden. Dette er bl.a. observeret på lærk i England. Når inderbarken er dræbt i hele stammens omkreds, dør træet.



Symptomer på angreb af *Phytophthora ramorum* (europæisk visneskimmel) på lærk i Storbritannien. Inficerede skud visner, og helt eller delvist døde, gråfarvede træer står spredt eller i smågrupper rundt i hele bevoksningen. Fotos Forestry Commission, UK. [Læs mere på deres hjemmeside.](#)

På nåletræer ses *Phytophthora* angreb mest i kulturstadiet, fx i juletræer, og her er det karakteristisk, at en eller to af de nedre grene dør under pludselig rødfarvning. I USA kaldes det 'flagging' altså at træet flager med sit problem. Hvis man fjerner barken mellem rodhalsen og den døde gren, vil der vise sig en karakteristisk rødbrun misfarvning af inderbarken. Lærk angrebet af *P. ramorum* har symptomer som skudvisnen

og harpiksudflåd på grene (fordi smitten kommer fra luften, ikke jorden), mens enebærbuske, der angribes af *P. austrocedri* gennem rødderne, sygner langsomt hen og får en kanelbrun misfarvning under barken.

Mange andre faktorer, fx bakterieangreb, kan medføre slimflåd og kronesyntomer. Løvtræer, især bøg, som har problemer med vandbalancen, kan udvise lignende symptomer med pletter af slimflåd på barken. Selvom barkskaden overvindes, kan der stadig ses spor på stammen i form af overvoksede sår. Forvekslingsmuligheden øges af, at en forbigående oversvømmelse eller generelt vandlidende jord både kan give mistrivsel hos træerne og øge risikoen for *Phytophthora* angreb, se under biologi.



Klassiske symptomer på *Phytophthora* angreb på hhv. bøg (øverst) i Danmark og *nobilis* (nederst) i Norge. Døde pletter i barken og kraftigt slimflåd, som farves brunt, fordi skimmelsvampe etablerer sig i det sukkerholdige udflåd. Hos *nobilis*, som er ganske modtagelig overfor *Phytophthora*, ses visne grene, harpiksflod og en rødbrun misfarvning under barken. Fotos øverst tv Nina C. Abildgaard, th og midt Iben M. Thomsen, fotos nederst Venche Talgø.



Enebær (Juniperus communis) i naturområde i det nordvestlige England, hvor der er problemer med den invasive art *Phytophthora austrocedri*. På syge enebærbuske kan man på stammerne lige over jorden finde den karakteristiske kanelbrune misfarvning af inderbark, ofte med en gullig tone i overgangen til det sunde hvide sivæv. Ved at udtage lidt materiale, ryste det i en specialvæske og sætte en dråbe i åbningen på den lille testplade, kan man afgøre, om der er *Phytophthora* til stede, men ikke hvilken art det er. Stregen ud for T viser, at testen er positiv for *Phytophthora*, mens C = control viser, at testen fungerer. Læs mere på Forestry Commissions hjemmeside. <https://www.forestry.gov.uk/paustrocedrae> Fotos Iben M. Thomsen

Biologi, livscyklus og skadelige stadier

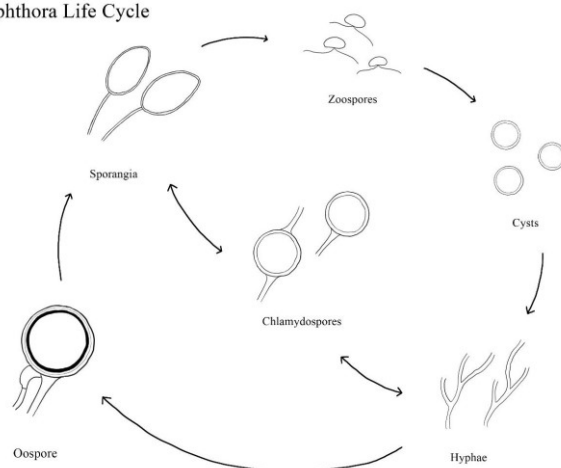
Phytophthora slægten tilhører en speciel gruppe af mikroorganismer, som hverken er svampe eller planter. Før i tiden blev *Phytophthora* regnet som svampe, og der er visse lighedstræk. Både *Phytophthora*-arter og svampe har sporer som deres spredningsenhed, og begge vokser med hyfer (mikroskopiske tråde) gennem substratet. *Phytophthora* omfatter en del vigtige sygdomsfremkaldende arter på træer og landbrugsafgrøder. Mest kendt er nok kartoffelskimmel (*P. infestans*), som gav hungersnød i Irland i årene efter 1845.

De fleste *Phytophthora* arter er specielt knyttet til jord og inficerer især rødder, men visse arter, herunder den frygtede *P. ramorum*, spredes som nævnt tillige med vinden og angriber via blade, nåle og skud. En væsentlig kilde til spredning af *Phytophthora* er jord, som flyttes med pottedplanter, maskiner, fodtøj m.m. Desuden kan forstyrrelse af jordbunden eller flytning af jord give anledning til accelereret spredning, især hvis det sker i regnfulde perioder. Fx har vejbyggeri i tropene og Australien fremmet spredning af *P. cinnamomi*.

Det specielle ved *Phytophthora* arter er, at de under fugtige forhold producerer talrige zoosporer, som kan bevæge sig passivt med strømmende vand eller aktivt ved hjælp af små svingtråde. Zoosporerne kan svømme over korte afstande, dvs. få mm, hvilket er nok til, at de formår at opsøge rødder på værtsplanter. Når sporerne finder en egnet vært, spirer og inficerer de plantevævet, typisk en finrod.

Evnen til at danne zoosporer betyder, at store regnmængder og vandlidende jord giver øget risiko for angreb og spredning. Visse arter, herunder *P. ramorum*, frigør zoosporer på værtsplanternes grønne dele, hvor de svømmer i vand på planternes overflade og inficerer blade og stængler derfra. Vandløb er en kilde til spredning, det samme gælder inficeret vand i søer og damme, der anvendes til vanding i fx planteskoler.

Phytophthora Life Cycle



Typisk livscyklus for *Phytophthora*. En hvile-spore spirer med et sporangie, som danner zoosporer, der udløses i vand. Når sporerne møder en værtsplante, encystrer de sig og inficerer plantens væv. Her vokser de som hyfer, der danner nye sporangier, ukønnede hvilesporer (chlamydosporer) og / eller kønnede oosporer. Figur lånt fra <http://forestphytophthoras.org/phytophthora-basics>

Den kønnede spore hos *Phytophthora* er en tykvægget hvilespore. Dette betyder, at den kan ligge flere år i jorden og vente på egnede værtsplanter. Derfor er det meget vanskeligt at slippe af med *Phytophthora*, når en art først er etableret. Desuden producerer en del *Phytophthora* arter såkaldte chlamydosporer, som er ukønnede hvilesporer, der også kan modstå ugunstige forhold som tørke og kulde.

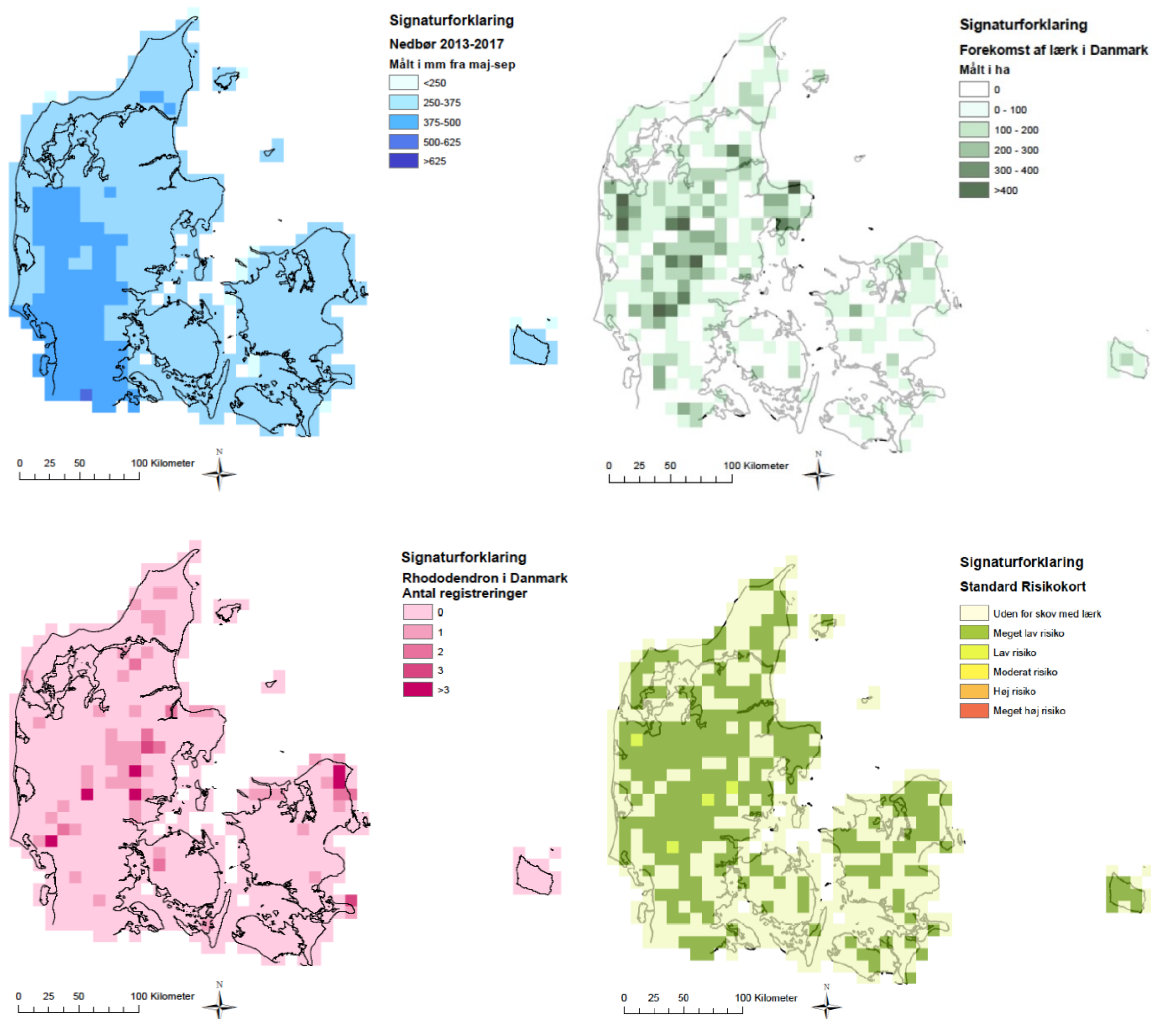
En anden problematisk egenskab hos *Phytophthora* arter er deres evne til at mutere og rekombinere, så der opstår nye arter eller krydsningstyper. Hvis to geografisk adskilte, relativt harmløse arter bringes sammen via menneskers transport af planter eller jord, kan de i værste fald hybridisere til en ny art, som er

en aggressiv skadevolder. Langt de fleste problemer med *Phytophthora* opstår dog via introduktion af hidtil ukendte arter, der får optimale forhold for spredning og infektion i mødet med andre økosystemer. *P. ramorum* antages således at være indslæbt til både Europa og Nordamerika ad flere omgange fra et ukendt oprindelsessted (Grünwald et al 2012), idet den optræder i fire distinkte typer ('clonal lineages').



Phytophthora ramorum angreb på bøg i England med udgangspunkt i forvildede *Rhododendron ponticum*. Bemærk slimflåd på bøg og symptomer på blade og skud på rhododendron genvækst. Hvis angrebne planter står ud til vandløb og søer, kan smitten spredes hurtigt til andre områder. Fotos Iben M. Thomsen

Europæisk visneskimmel (*P. ramorum*) har vækstoptimum ved 20°C, og spredning anses fortrinsvis at ske, når den gennemsnitlige maksimumstemperatur er over 14°C (Meentemeyer et al 2004). I Danmark svarer det til vækstsæsonen fra maj til september. Samtidig skal nedbørsmængden være høj, og der skal være modtagelige og smittespredende arter som rhododendron og lærk til stede. En analyse af forekomst af lærk i skove i Danmark, sammenlignet med nedbørsmængder og tilstedeværelse af rhododendron, viste, at risiko for spredning af *P. ramorum* er lav under de nuværende betingelser, men situationen kan ændre sig, hvis der i fremtiden kommer øget nedbør, og rhododendron forvilder sig ud i skovene, som det er sket med *Rh. ponticum* i England.



I et bachelorprojekt på Københavns Universitet blev data om nedbør fra DMI, forekomst af lærk i skove fra Danmarks Skovstatistik og registrering af rhododendron i naturen fra Danmarks Miljøportal brugt til at fremstille et risikokort for angreb af europæisk visneskimmel (*Phytophthora ramorum*) i Danmark. Selv hvis man tog udgangspunkt i et år med høj nedbør i vækstsæsonen, som fx 2011, kom risikoen ikke over lav. Data og figurer Clara Guttman Andersen, 2018.

I Danmark er der fundet flere arter af *Phytophthora* i skove, men aldrig *P. ramorum*, som dog er fundet og udryddet i to parker med rhododendron. Symptomer på træer ses typisk i sammenhæng med arter som *P. cambivora*, *P. plurivora* eller *P. syringae*. Et dansk survey med bait (se fotos under vurderingsmetoder) i

vandløb og søer i 2012 gav fortrinsvis fund af *P. gonapodyides*, der er kendt fra vådområder i hele den nordlige halvkugle. Den regnes traditionelt som relativ uskadelig, men er dog for nylig fundet på syge bøge i en park i Malmø. Netop *P. gonapodyides* kan formentlig anses som hjemmehørende i Danmark, da den blev fundet og beskrevet på Sjælland som det første sted i verden.

Vurderingsmetoder

Ved mistanke om tilstedeværelse af *Phytophthora* kan man bruge forskellige metoder til at påvise skadevolderen.

1. Pocket Diagnostic Kit til tjek af planter med symptomer. Disse små testkits er nemme at bruge, men giver kun svar på, om der er *Phytophthora* til stede, ikke hvilken art. De er dyre i indkøb og har en begrænset holdbarhed.
2. Bait metoder. Fordi zoosporer aktivt opsøger plantevæv, kan man bruge lokkemad som fx steriliserede blade af rhododendron eller frugter som pære. Bait placeres direkte i vandløb eller i en beholder med vand sammen med jord eller plantemateriale, som er mistænkt for at indeholde *Phytophthora*. Metoden skal følges op af trin 3 eller 4.
3. Isolering på specielt vækstmedie i laboratorium. Dette kan ske direkte fra inficeret plantevæv eller fra bait, hvor der er dannet nekrotiske pletter som tegn på angreb. Nogle *Phytophthora* arter er let genkendelige i mikroskop, men diagnosen kan sjældent stilles direkte, da mange arter kan være næsten ens morfologisk.
4. Der er udviklet en række molekylærbiologiske metoder, hvor kendte arter af *Phytophthora* kan identificeres fra sygt plantevæv eller isolater. Metoder som PCR (polymerase chain reaction), rtPCR (real-time polymerase chain reaction) og ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) kræver imidlertid dyrt udstyr og ekspertise i laboratoriet.

Det er en langsom og dyr proces at påvise *Phytophthora* på artsniveau, og man kan overveje at undlade dette. Har man mistanke om angreb af *Phytophthora ramorum* skulle plantesundhedsmyndigheden (Landbrugsstyrelsen) tidligere notificeres, hvorefter LBST udfører de nødvendige procedurer med test på artsniveau. Lovkravet om anmeldelse af mistanke om *P. ramorum* skyldtes EU hasteforanstaltninger for både europæisk og californisk visneskimmel. Fra 2020 er den nordamerikanske udgave af *P. ramorum* opført som EU karantæneskadegører, hvor der er anmeldepligt ved fund (se <http://lbst.dk/tilskud-selvbetjening/indberet/anmeld-karantaeneskadegoerere/>). For europæisk visneskimmel afventes en beslutning om status, så indtil videre gælder hasteforanstaltninger stadig. Forventningen er, at europæisk visneskimmel bliver en såkaldt RNQP art, dvs. Regulated Non-Quarentine Pest, som betyder at den ikke er en karantæneskadegører, men der stadig findes regler for skadevolderen. Dette vil medføre, at den ikke må forefindes på planter til plantning, der sælges til erhvervmæssig anvendelse. Planteskoler vil også fremover være underlagt kontrol fra plantesundhedsmyndighederne ift. import og dyrkning af rhododendron og andre prydplanter, som er modtagelige for sygdommen.

I stedet for at få afklaret hvilken *Phytophthora* art, der er tale om, kan man vælge et forsigtighedsprincip, hvor man tager forholdsregler til at undgå spredning, se nedenfor. Mange af disse forholdsregler er også nyttige til at forebygge, at *Phytophthora* introduceres i skove og naturområder. Dette gælder både lokalt forekommende *Phytophthora* og nye arter.



Illustration af forskellige metoder til påvisning af *Phytophthora*. Fra venstre: Pocket Diagnostic Kit (fotos Kirsten Thinggaard), bait med rhododendronblade i vandløb (fotos Jesper Yde Christiansen og Venche Talgø), rt-PCR graf for *P. cambivora* fra barkprøver taget på træer med symptomer (foto Iben M. Thomsen).

Forebyggelse og bekæmpelse

Det er nærmest umuligt at bekæmpe *Phytophthora* i skovområder, når først de er etableret. Det er især vigtigt at forstå, at man ikke slipper af med *Phytophthora* ved at fælde syge træer. Tværtimod risikerer man at fremme spredning, hvis fældning og udkørsel medfører, at der rodes op i jorden, og at maskiner slæber inficeret jord med rundt. Derfor er forebyggelse den væsentligste forholdsregel.

1. Sørg for god dræning for at begrænse udvikling og spredning af zoosporer lokalt i jorden.
2. Undgå udplantning af rhododendron i/nær skove.
3. Ved køb af planteskoleplanter, spørg ind til planteskolens forholdsregler mod *Phytophthora*.
4. Vask støvler jævnlige og specielt efter besøg i skove med *Phytophthora* symptomer, især i udlandet.
5. Rengør så vidt muligt maskiner for jord, inden de flyttes til en ny skov. Evt. også mellem bevoksninger.
6. Smid ikke haveaffald i skoven og sørg for at publikum også er opmærksom på risikoen.
7. Fæld angrebne træer i frost- eller tørkeperioder og med mindst muligt forstyrrelse af jordbunden.
8. I områder med udbredt *Phytophthora* forekomst bør færdsel (gåture, cykling, O-løb, hundeluftning, ridning osv.) begrænses til stier med fast underlag eller grus, så inficeret jord ikke føres ind og ud af skoven.
9. Undgå at flytte jord fra inficerede til rene områder ved anlæg af skovveje og lignende.
10. Syge træer, som fældes af sikkerhedsmæssige hensyn eller andre årsager, bør blive liggende på stedet eller sendes til forbrænding.
11. Træer eller andre planter, som er angrebet af *Phytophthora*, må under ingen omstændigheder flises og bruges som dækmateriale på stier eller i bede, da flisen udgør en stor smitterisiko.

Det er særligt vigtigt at være opmærksom på risikoen for at få introduceret *P. ramorum* (europæisk visneskimmel) i naturen i Danmark, idet skadevolderen har et bredt værtsspektrum, som også omfatter bøg. Den absolut væsentligste spredningsvej for *P. ramorum* er via rhododendron, men mange andre

prydplanter er potentielle smittekilder. Fordi brugen af fungicider mod andre bladplet-sygdomme på rhododendron kan undertrykke, men ikke bekæmpe *Phytophthora*, er der en risiko for, at planter er inficerede af *P. ramorum*, uden at det kan erkendes. Derfor må det stærkt frarådes at plante rhododendron i eller nær skove i Danmark.



Taksplanter på kirkegård med tydelige symptomer og positiv test for Phytophthora angreb, i dette tilfælde P. cinnamomi. Sygdommen er uden tvivl kommet med fra planteskolen. De syge planter bør indsamles og sendes til forbrænding i stedet for at smides i det grønne affald. Fotos Iben M. Thomsen



Plantning af rhododendron i eller langs med skove giver risiko for etablering af P. ramorum i Danmark. Især hvis de som her er sat på en skråning ned mod et vandløb, som løber direkte ind i skoven. Foto Iben M. Thomsen

Haveaffald er en anden kilde til introduktion af *Phytophthora* arter generelt i naturen, og et yderligere fokusområde bør være entreprenørmaskiner og maskinfælleskab mellem skove. En sidste væsentlig faktor er nedbørsmængde og dræningsforhold. I de sidste to årtier er nedbøren øget i Danmark sammenlignet med perioden op til 1999, og samtidig er diskussionen om skovens naturlige hydrologi fremfor kunstig dræning kommet på banen. Om dette har givet udslag i en større forekomst af *Phytophthora* er svært at afgøre, men potentialet er til stede.

Journalføring

Ved mistanke om forekomst af *Phytophthora* i skovbevoksninger bør disse markeres på skovkort, samt noteres i bevoksningslister. Man kan evt. mærke træer med symptomer med spray, så man kan følge udviklingen. Billeder af krone og stammebasis kan være nyttige til at afgøre, om sygdommen udvikler sig. Når man har et overblik over den potentielle udbredelse, kan man bruge det i planlægning af skovning og andre opgaver. Det kan fx være anlæg af ridestier, MTB ruter og lignende.



*Rengøring og desinfektion af støvler efter besøg af skovbevoksninger med *Phytophthora ramorum* forekomst. Alle medarbejdere i det engelske statsskovvæsen (Forestry Commission) medbringer vand, balje, børste og en sprayflaske med desinfektionsmiddel mod *Phytophthora*, så de kan rengøre støvler, inden de sætter sig ind i bilen og kører et nyt sted hen. De anvendte desinfektionsmidler er ikke godkendt i Danmark. Tak til Barnaby Wylder, Forestry Commission, for foto til venstre, demonstration og information. Foto til højre Iben M. Thomsen*

Litteratur

Andersen, C.G. 2018: Risikovurdering af spredning og etablering af europæisk visneskimmel (*Phytophthora ramorum*) i danske skov- og træbevoksninger. Bachelorspeciale, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet, 64 s.

- Brasier, CM 2008: The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathology* 57: 792-808.
- Cleary M; Ghasemkhani M; Blomquist M; Witzell J 2016: First report of *Phytophthora gonapodyides* causing stem canker on European beech (*Fagus sylvatica*) in Southern Sweden. *Plant Disease* 100(10): 2174.
- Forestry Commission 2017: *Phytophthora ramorum* <https://www.forestry.gov.uk/pramorum>
- Garbelotto, M; Rizzo, DM; Davidson, JM; Frankel, SJ 2002: How to recognize symptoms of diseases caused by *Phytophthora ramorum* causal agent of Sudden Oak Death. https://nature.berkeley.edu/garbelotto/downloads/sod_diagnostic_report_final.pdf
- Grünwald, NJ; Garbelotto, M; Goss, EM; Heungens, K; Prospero, S. 2012: Emergence of the sudden oak death pathogen *Phytophthora ramorum*. *Trends in Microbiology* 20(3): 131-138.
- Hansen E 2015: *Phytophthora* species emerging as pathogens of forest trees. *Current Forestry Reports* 1: 16-24.
- Jung T m. fl. 2015: Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology* 46: 134-163.
- Meentemeyer, R; Rizzo, D; Mark, W; Lotz, E 2004: Mapping the risk of establishment and spread of sudden oak death in California. *Forest Ecology and Management* 200(1-3): 195-214.
- NaturErhvervstyrelsen 2014: Hold øje med *Phytophthora ramorum* – europæisk visneskimmel. Faktaark 2 s. http://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Virksomheder/Gartneri/Faktaark/Faktaark_Phytophthora_ramorum.pdf
- Simonsen, L.; Talgø, V.; Madsen, P 2013: Forvaltningsplan for Larvik bøkeskog landskapsvernområde. Fylkesmannen i Vestfold. 104 s. <http://www.fylkesmannen.no>
- Talgø, V; Thomsen, IM 2015: *Phytophthora* rotråte i juletrerefelt. *Nåledrys* 94: 32-37.
- Talgø, V; Stensvand, A; Herrero, M; Pundsnes, T; Thomsen, IM 2006: Angreb af *Phytophthora*-arter. *Videnblad* 5.6-14. Videntjenesten for Pyntegrønt, 2 s.
- Talgø, V; Herrero, M; Brurberg, M; Stensvand, A 2010: *Phytophthora*. Alvorleg trugsmål mot buskar og tre i grøntanlegg og naturområde. *Bioforsk TEMA* 5(20): 1-8.
- Talgø, V; Herrero, M; Brurberg, M; Stensvand, A 2011: *Phytophthora*-baiting in streams and lakes in Norway. *Proceedings Cost Action FP0801 Conference*, s 21.
- Talgø, V; Herrero, M; Sundbye, A; Brurberg, M; Kitchingman, L; Telfer, K; Strømgeng, GM 2013: *Phytophthora* spp.- en trussel mot blåbær i Skandinavia? *Bioforsk TEMA* 8(4): 1-8.
- Telfer, K; Herrero, M; Brurberg, M; Stensvand, A; Talgø, V 2013: *Phytophthora* – en mikroorganisme som gjør stor skade på bøgetræer. *Gartneryrket* (10): 12-15.
- Thinggaard, K 2009: *Phytophthora* – en ny og alvorlig trussel mod de danske skove. *Skoven* 43(11): 478-481.
- Thomsen, IM; Hansen, HJ; Stenstrup, LT 2011: Europæisk visneskimmel i skove. *Videnblad* 8.7-47. Videntjenesten for Skov og Natur, 2 s.
- Thomsen, IM; Søgaard, J; Hansen, HJ 2003: Europæisk og californisk visneskimmel. *Videnblad* 5.26-15. Videntjenesten for Park og Landskab, 2 s.
- Witzell, J; Cleary, M 2017: Hantering af *Phytophthora* i sydsvenske lövskogar. Rapport till Skogssällskapet. SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp. ISBN: 978-91-576-9462-1.

Dette faktablad er udgivet med støtte fra Miljøstyrelsens IPM program og via nordisk samarbejde om Phytophthora. Tak til Naturstyrelsen og SNS for finansiering af undersøgelser af Phytophthora i dansk og nordisk regi. Tak til Barnaby Wylder, Forestry Commission, UK, for fremvisning af Phytophthora angreb i England. Tak til Lis T. Stenstrup fra Landbrugsstyrelsen for input vedrørende regler om skadegørerstatus for P. ramorum (californisk og europæisk visneskimmel). Tak til Clara Guttman Andersen for lån af figurer fra bachelorrapport.