



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Omfattende kartlegging av *Phytophthora* i Bymiljøetatens planteskole, Oslo Bytrær, i Sørkedalen 2021

An extensive *Phytophthora* survey in a woody ornamental nursery, Oslo
Bytrær, in Sørkedalen 2021

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 170 | 2021



Martin Pettersson, May Bente Brurberg og Venche Talgø
Divisjon for bioteknologi og plantehelse

TITTEL/TITLE

Omfattende kartlegging av *Phytophthora* i Bymiljøetatens planteskole, Oslo Bytrær, i Sørkedalen 2021

An extensive *Phytophthora* survey in the woody ornamental nursery, Oslo Bytrær, in Sørkedalen 2021

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Martin Pettersson, May Bente Brurberg og Venche Talgø

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
06.12.2021	7/170/2021	Åpen	52518	21/01000
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02939-7		2464-1162	21	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

Oslo kommune

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Bård Ø. Bredesen
Natur- og forurensnings-avdelingen
Miljødivisjonen
Bymiljøetaten

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordprøver, analyse, løvtrær, bartrær, import av planter

Soil samples, leaf baiting, deciduous trees, conifers, import of plants

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantesjukdommer

Plant diseases

SAMMENDRAG/SUMMARY:

I Bymiljøetatens planteskole, Oslo Bytrær, i Sørkedalen ble det i 2019 påvist fem *Phytophthora*-arter etter en mindre undersøkelse. I Sørkedalselva, som ble brukt som vannkilde til planteskolen mellom 2017-2020, ble fire *Phytophthora*-arter funnet i 2019. På bakgrunn av dette ble det i løpet av sommeren 2021 gjort en omfattende kartlegging av *Phytophthora* i planteskolen for å vurdere hvorvidt plantene der kunne brukes i grøntanlegg i Oslo. Det ble tatt ut 60 jordprøver ved forskjellige arter og sorter/frøkilder av landskapstrær. Prøvepunktene var fordelt utover hele området. Fra 30 av de 60 prøvene fikk vi et eller flere isolater med *Phytophthora*-lignende vekst og DNA ble analysert fra 41 isolater. Det ble påvist fire *Phytophthora*-arter; *P. cactorum* el. *P. hedraiandra* (videre undersøkelser er påkrevd for å skille disse to artene), *P. cambivora*, *P. megasperma* og *P. plurivora*. I tillegg ble det funnet fire *Pythium*-arter; *Py. litorale*, *Py. macrosporum*, *Py. torulosum* og en ukjent *Pythium*-art. Disse tilhører det samme artsriket som *Phytophthora*, men er lite aggressive på trearter. Fra denne undersøkelsen er det helt klart at det finnes mange mer eller mindre aggressive skadegjørere i rotsonen til trærne i planteskolen. Det anbefales derfor en omfattende omlegging av driften da det er stor fare for videre spredning av



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Phytophthora dersom trærne blir plantet i grøntanlegg. Spredning har sannsynligvis allerede skjedd via de trærne som allerede er utplantet. I rapporten diskuteres aktuelle tiltak.

In the woody ornamental nursery, Oslo Bytrær, in Sørkedalen, five *Phytophthora* species were detected in a survey in 2019. In another survey the same year, the river Sørkedalselva, which was used for irrigation in the nursery (2017-2020), four *Phytophthora* species were found. Due to these findings, a more detailed survey for *Phytophthora* was carried out in the nursery during the summer of 2021. A total of 60 soil samples were taken from different species of landscape trees distributed throughout the area. The samples were baited with *Rhododendron* and *Fagus* leaves and *Phytophthora* was detected using both a lateral flow device (LFD), in this case Pocket Diagnostic® Rapid Tests, and classical DNA analysis [sequencing of the internal transcribed spacer (ITS) region of ribosomal DNA]. A total of 51 of 60 samples were positive on LFD. From 30 of the 60 samples we obtained one or more isolates with growth similar to *Phytophthora* and DNA was analyzed from 41 isolates. Hereof, *Phytophthora* was discovered in 12 samples, and *Pythium* in 22 samples. Four *Phytophthora* species were detected; *P. cactorum*/*P. hedraiaandra* (could not be separated by ITS), *P. cambivora*, *P. megasperma* and *P. plurivora*. In addition, four *Pythium* species were found; *Py. litorale*, *Py. macrosporum*, *Py. torulosum* and an unknown *Pythium* species. *Pythium* spp. are not known to be aggressive on trees. From this study it is clear that many more or less aggressive oomycetes are present in the rhizosphere of the nursery trees. Thus, we recommend a comprehensive reorganization of the nursery operations. Since trees from the nursery have been used in landscape plantings in the Oslo area, spread of *Phytophthora* spp. has probably already occurred. Management of *Phytophthora* is discussed in the report.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Ås

GODKJENT /APPROVED



BIRGITTE HENRIKSEN, AVDELINGSLEDER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



MARTIN PETERSSON, FORSKER

Innhold

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn for undersøkelsen	5
	Tekstboks I – Generelt om <i>Phytophthora</i>	7
2	Metoder og materiale	8
2.1	Prøveuttak i felt	8
	Tekstboks II – Instruksjoner for uttak av jordprøver	9
2.2	Analyse av prøvene.....	9
	Tekstboks III – Generell informasjon om isolering av <i>Phytophthora</i>	10
	Tekstboks IV – Identifisering av <i>Phytophthora</i>	12
3	Resultat og diskusjon.....	13
3.1	Påviste <i>Phytophthora</i> -arter	13
	Tekstboks V – Beskrivelse av <i>Phytophthora</i> -artene i planteskolen	16
	Tekstboks VI – Generelt om <i>Pythium</i> og beskrivelse av artene som ble funnet i planteskolen.....	17
3.2	Forskjell i aggressivitet mellom <i>Phytophthora</i> -arter	18
3.3	Flere potensielle smitteveier inn i planteskolen.....	18
4	Anbefalinger	19
	Litteraturreferanser.....	20

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Phytophthora er en slekt med fremmede, invaderende planteskadegjørere som ødelegger røttene til mange trær og treaktige vekster (se Tekstboks I for generelle opplysninger om *Phytophthora*). Mange *Phytophthora*-arter har blitt introdusert til norsk natur via handel med planter fra andre land (Talgø mfl. 2019c, Pettersson mfl. 2020a). I 2014 ble det oppdaget at det var problemer med *Phytophthora* som drepte trær i Oslo kommune (Talgø mfl. 2019b).

Bymiljøetatens planteskole, Oslo Bytrær, som ligger på Bogstad i Sørkedalen, ble startet i 2012 og har produksjon av løv- og bartrær. Totalt er det plass til rundt 5000 trær på området. Mange arter og sorter/frøkluder i de følgende slektene er representert; *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Cercidiphyllum*, *Corylus*, *Crataegus*, *Fagus*, *Larix*, *Malus*, *Picea*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Salix*, *Sorbus*, *Thuja*, *Tilia* og *Ulmus*. Planteskolen inngår i Eliteplanter Norge SA og produserer og selger sertifiserte E-planter® innenfor E-plantssystemet. De fleste trærne er store (såkalt «instant landscaping trees» på engelsk) og majoriteten dyrkes for planting i Oslo-området.

Bymiljøetatens planteskole ble anlagt med pottede trær fra norske planteskoler. I perioden 2017-2019 flyttet man hundrevis av trær som stod i jorda på nå nedlagte Engebråten planteskole som tilhørte Oslo kommune, til Bogstad. Disse var opprinnelig importert fra utlandet, primært Tyskland og Danmark, men også sannsynligvis fra Sverige og Nederland. I tillegg kom mange trær fra norske leverandører som opprinnelig var kjøpt i utlandet. Engebråten planteskole hadde i tillegg til de større trærne, et lignende konsept som flere hagesenter har i dag, dvs et stort sesongbasert utvalg av importerte potteplanter, kompostjord, hageutstyr etc. Sannsynligheten for at *Phytophthora*-smitte kan ha kommet inn på Engebråten via importerte planter er derfor stor.

Fra 2019 til 2021 har Bymiljøetatens planteskole kun kjøpt Eliteplanter fra andre norske planteskoler som produserer E-planter, og siden 2021 har de kun kjøpt Eliteplanter fra Sagaplant AS.

Vannforsyningen til planteskolen på Bogstad har variert over tid. I 2012 til 2014 brukte Bymiljøetatens planteskole vann fra Bogstad gård (traktor med vanntank). Fra 2015-2016 hadde de kommunalt vann i en større tank. I 2017-2020 brukte de vann fra Sørkedalselva. I dag bruker de vann fra en boret brønn.

Langs Sørkedalselva ble det i 2018 gjort mange observasjoner av død gråor (*Alnus incana*), og en undersøkelse samme høst påviste *Phytophthora gonapodyides*, *P. lacustris* og *P. plurivora* (Talgø mfl. 2019b). Siden Bymiljøetatens planteskole i denne perioden hadde Sørkedalselva som vannkilde, ble det besluttet å gjennomføre videre undersøkelser av Sørkedalselva, samt undersøke om trærne i planteskolen kunne være smittet.

I 2019 gjennomførte NIBIO derfor to nye kartlegginger av forekomst av *Phytophthora*-arter langs Sørkedalselva og i Bymiljøetatens planteskole. Resultatene viste forekomst av fire *Phytophthora*-arter langs Sørkedalselva (Talgø mfl. 2020a) og fem arter i planteskolen (Talgø mfl. 2020b). Totalt ble altså syv *Phytophthora*-arter påvist i Sørkedalen (Tabell 1). Av disse vet vi fra andre undersøkelser og litteratur at spesielt *P. plurivora* og *P. uniformis* har et stort skadepotensiale.

Bymiljøetatens planteskole har siden 2019 tatt i bruk en hurtigtest for *Phytophthora* (se figur i Tekstboks IV) på innkjøpte trær fra andre planteskoler der man har oppdaget typiske *Phytophthora*-symptomer (f.eks. blødende sår ved stammebasis). Flere forsendelser med trær har derfor blitt avvist og returnert av Bymiljøetatens planteskole (f.eks. en levering med 40-50 oretrær med tydelige tegn på *Phytophthora* og som ble funnet positiv med hurtigtesten). På grunn av *Phytophthora*-problemer på svartor i Bymiljøetatens planteskole, ble alle svartor gravd opp og brent på stedet. Pga problemet med *Phytophthora* i forsendelser fra norske planteskoler, har Bymiljøetatens planteskole i 2021 endret rutiner til å bare kjøpe mindre trær dyrka fra frø eller vev (stiklinger) fra Sagaplant AS.

På bakgrunn av funn av *Phytophthora* i planteskolen, bestemte Bymiljøetaten seg i 2021 for å gjennomføre en grundigere kartlegging av forekomst og utbredelse av *Phytophthora* i planteskolen. Kartleggingen ble gjennomført i juni, og resultatene presenteres i denne rapporten.

Tabell 1. Påviste *Phytophthora*-arter langs Sørkedalselva og i Bymiljøetatens planteskole i 2018 og 2019.

<i>Phytophthora</i>	Isolert fra	År	Funnet i (referanse)
<i>P. cryptogea</i>	Jord	2019	Planteskolen (Talgø 2020b)
<i>P. gonapodyides</i>	Vann, jord	2018 & 2019	Planteskolen og elva (Talgø 2019b, 2020a,b)
<i>P. lacustris</i>	Vann, jord, plante-vev fra svartor	2018 & 2019	Planteskolen og elva (Talgø 2019b, 2020a,b)
<i>P. plurivora</i>	Jord	2018 & 2019	Elva (Talgø 2019b, 2020a)
<i>P. rosacearum</i>	Jord	2019	Planteskolen (Talgø 2020b)
<i>Phytophthora</i> taxon raspberry	Jord	2019	Elva (Talgø 2020a)
<i>P. uniformis</i>	Plante-vev fra svartor	2019	Planteskolen (Talgø 2020b)

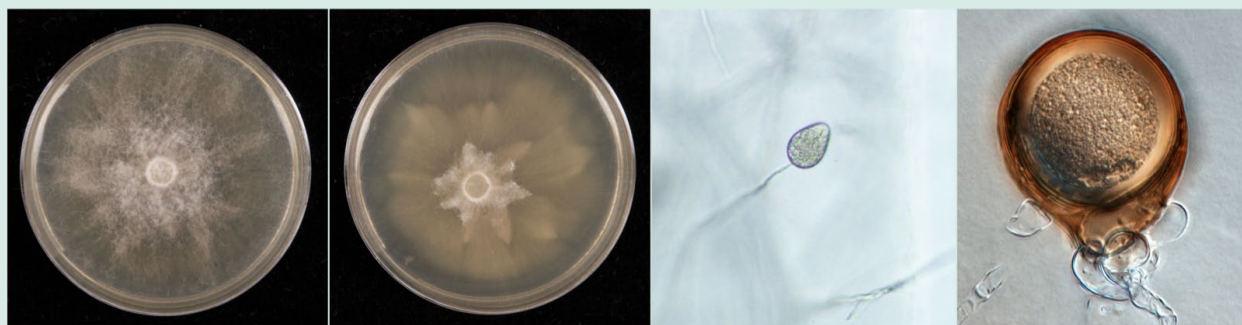
Tekstboks I – Generelt om *Phytophthora*

Phytophthora er en slekt med mange aggressive planteskadegjørere som kan angripe utallige vertsplanter. Navnet på denne slekta betyr planteødelegger (*phyto* = plante, *phthora* = ødelegger). Slekta inneholder i dag 192 kjente arter (T. Jung 2021, personlig kommunikasjon). Herav er over 40 arter påvist i import, veksthus og på friland i Norge. *Phytophthora* har, som ekte sopper, hyfevekst og formerer seg ved hjelp av sporer (se figurene under), men skiller seg fra soppene blant annet ved at de har cellulose i celleveggen i stedet for kitin. *Phytophthora*-artene hører til et eget rike, på linje med sopp-, plante- og dyreriket; det gule riket (Chromista).

I Norge har vi det siste tiåret oppdaget til dels omfattende skader på busker og trær som skyldes ulike *Phytophthora*-arter, særlig på gråor (*Alnus incana*), men også på bøk (*Fagus sylvatica*) og andre løvtrær som hegg (*Prunus padus*), vier (*Salix* sp.) og spisslønn (*Acer platanoides*), samt på edelgran (*Abies* spp.) (Talgø et al. 2018a). Våre vanligste skogstrær, gran (*Picea abies*), furu (*Pinus sylvestris*) og bjørk (*Betula pubescens*), ser ut til å være sterke mot *Phytophthora*. I tillegg har mange *Phytophthora*-arter blitt påvist i jord og vassdrag (Strømeng mfl. 2015, Talgø mfl. 2020a,b), der det siste er en effektiv spredningsvei.

De fleste *Phytophthora*-artene er jordboende, men for eksempel *P. ramorum* er luftbåren. Det betyr at sporespredningen foregår henholdsvis med vann i jord eller med luftstrømmer. Uavhengig av spredningsmåte, er alle *Phytophthora*-arter avhengig av fuktige forhold for å infisere planter, noe som forklarer hvorfor angrepene som regel er mest omfattende der det er høy luftfuktighet, dårlig drenert dyrka mark/skog eller langs vassdrag og i våtmarksområder. *Phytophthora* danner svermesporer (zoosporer) inni sporehus (sporangier). Zoosporene kan forflytte seg i vann, enten på egenhånd (noen millimeter) i en vannfilm eller passivt over lengre avstander med drenerings- og overflatevann eller langs vassdrag. *Phytophthora* danner også hvilesporer (oosporer og klamydosporer) som kan ligge i jorda i årevis og overleve ugunstige perioder som tørke og frost i påvente av rett vertsplante. Derfor er det nærmest umulig å bli kvitt *Phytophthora*-smitte når det først har kommet inn i et område. Fra infiserte områder kan hvilesporene spre seg med infisert jord på redskaper, kjøretøy, sykkelhjul, fottøy, dyr m.m.

Det er alarmerende at vi stadig gjør nye funn av *Phytophthora* i Norge, spesielt i og ved skogs- og naturområder, da dette er fremmede invaderende arter med stort skadepotensiale. *Phytophthora*-arter spres i stort omfang med handel av planter der de følger med som blindpassasjerer (Jung mfl. 2016). Undersøkelser både i 2018 og 2019 viste klart at import av grøntanleggsplanter med infisert rot-/jordklump er en svært vanlig spredningsvei til Norge for disse skadelige mikroorganismene (Pettersson mfl. 2020).



Til venstre ses to kulturer med mycelvekst av henholdsvis *Phytophthora plurivora* og *P. gonapodyides*. Til høyre ses først et forstørret pæreformet sporangium av *P. cryptogea* og så en sterkt forstørret oospore av *P. europaea*.

Foto: Martin Pettersson

Referanser:

- Jung, T. et al. 2016. *Forest Pathology*, 46(2), 134-163.
- Pettersson, M. et al. 2020. *NIBIO Rapport*, 6(39), 1-22.
- Strømeng, G. M. et al. 2015. *NIBIO Rapport* 1(4), 1-18.
- Talgø, V. et al. 2020a. *NIBIO Rapport* 6(37), 1-19.
- Talgø, V. et al. 2020b. *NIBIO Rapport* 6(106), 1-14.

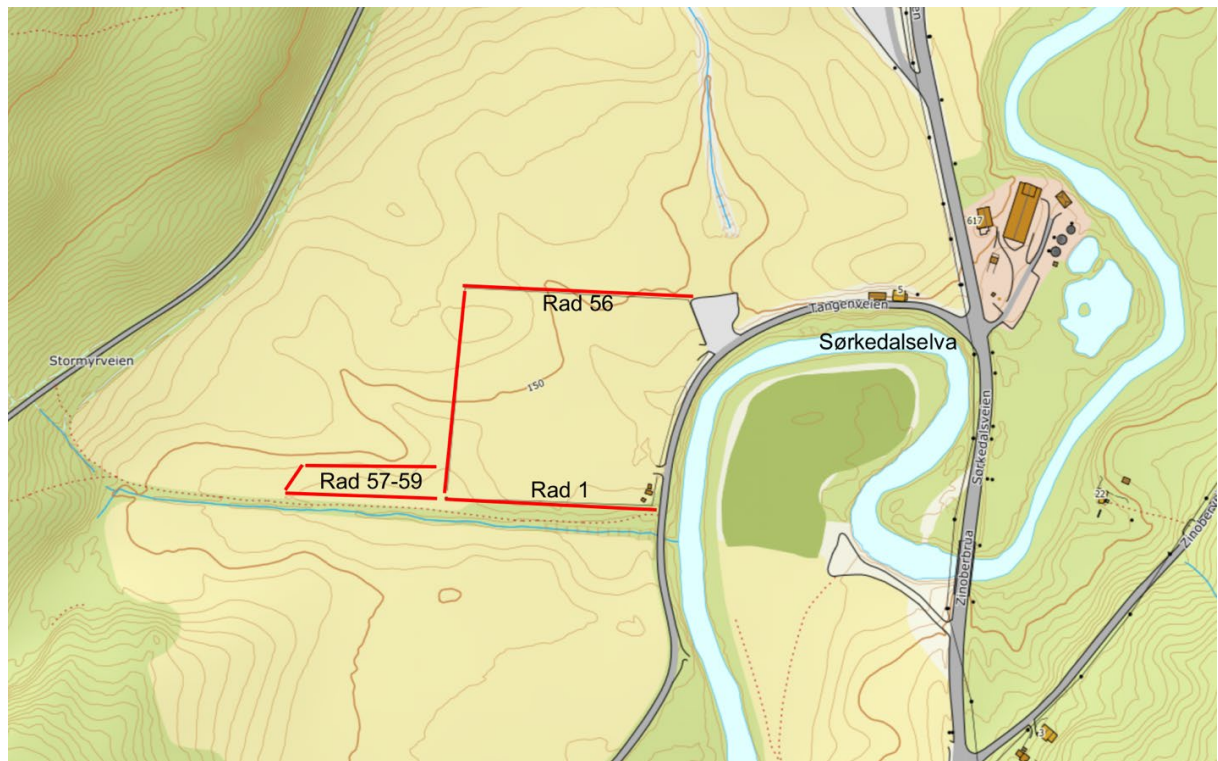
Sist oppdatert 20.10.2021

2 Metoder og materiale

2.1 Prøveuttak i felt

I juni 2021 ble det tatt ut 60 jordprøver ved siden av trær tilhørende 19 slekter. Prøveuttaket var fordelt over hele planteskolearealet. Figur 1 viser kart over planteskolen og Tabell 2 gir prøveoversikt.

Jordprøvene ble tatt ut av ansatte ved planteskolen i følge beskrivelsen i Tekstboks II, og prøvene ble leverert til NIBIO 10. juni 2021.



Figur 1. Bymiljøetatens planteskole, Oslo Bytrær (rød innramming), i Sørkedalen der 60 jordprøver fra forskjellige landskapstrær ble tatt ut i 2021. Kartkilde: Norgeskart.no

Tekstboks II – Instruksjoner for uttak av jordprøver

Prøveuttak

• Ta ut jord ca. 30 cm fra stammen fra fire kanter per tre slik som antydnet med røde piler på bildet under. Skrap først bort de øvre 5 cm (planter/jord) med en plantespade (lignende den på bildet under). Stikk så plantespaden ca. 15 cm ned i jorda og få med jord fra hele dybdesnittet. Hver prøve skal inneholde jord fra tre nabotrær av samme art/sort – altså totalt 12 stikk per prøve. Hver prøve pakkes i en plastpose og må inneholde minimum en liter jord. Det gjør ikke noe om prøvene inneholder over en liter. De vil uansett bli godt blandet ved laboratoriet der det vil bli tatt ut en representativ prøve til analyse.

- Prøveposene merkes med prøvenummer ved hjelp av en vannfast tusj.
- Merk trærne det er tatt prøve fra.

Desinfeksjon av prøvetakingsutstyr mellom hver prøve

- Ta med en bøtte med vann og børste for å vaske bort all jord fra plantespaden.
- Desinfiser deretter spaden – det kan brukes klor eller sprit (tørk av eller lufttørk spaden før neste prøve):
 - Klorløsning - bland 1 del vanlig klor (kan kjøpes på dagligvarebutikk) med ni deler vann (for eksempel 0,5 liter klor til 4,5 liter vann). Ha det med i en beholder som spaden kan duppes ned i. Vi gjør oppmerksom på at rester av klorvann ikke må helles ut i naturen.
 - 70 % sprit som sprayeres på spaden etter at all jord er vasket bort.



Foto: Venche Talgø

Sist oppdatert 20.10.2021

2.2 Analyse av prøvene

Jordprøvene som ble tatt ut fra planteskolen ble testet ved bruk av blad fra rododendron (*Rhododendron* 'Cunningham's White') og bøk (*Fagus sylvatica*) som agn (se metodebeskrivelse i Tekstboks III). Utvalgte renkulturer som lignet på *Phytophthora* i vekstform ble identifisert ved hjelp av DNA-analyse (se metodebeskrivelse i Tekstboks IV). Etter avtale i kontrakten ble alle delprøver testa med hurtigstest tilsvarende den som planteskolen selv har benyttet for å teste innkjøpte planter. Dette ble gjort for å kunne gi et raskt (innen 2 uker fra prøveuttak), foreløpig svar til oppdragsgiver om hvorvidt det sannsynligvis var *Phytophthora* ved de ulike prøvepunktene i planteskolen (svar ble leverert 21. juni).

Tekstboks III – Generell informasjon om isolering av *Phytophthora*

Fra infisert plantemateriale

Plantevevsprøver er ofte fliser som blir tatt ut fra overgangen mellom friskt og sjukt vev i stammesår, men kan også være fra infiserte blad, skudd, kvister eller røtter. Det benyttes et *Phytophthora*-selektivt, kunstig vekstmedium med agar til isolering av *Phytophthora* (PARPH), som hemmer bakterie- og soppvekst. Likevel kan det være vanskelig å isolere *Phytophthora* fra sjukt plantevev, spesielt dersom angrepet ikke er helt ferskt eller når det er svært tidlig eller seint i sesongen (fører til at *Phytophthora* er lite aktiv). Vevsprøvene blir kuttet i små biter ($\pm 0,5 \text{ cm}^2$) og renses i rennende vann før de tørkes lett i en sterilbenk og legges på PARPH.

Fra jord

Jordprøver (ofte iblandet rotbiter fra sjuke planter) blir rørt ut i deionisert vann og satt for bunnfelling av jordpartikler over natta. Dagen etter legges forskjellige blader, oftest fra rododendron (*Rhododendron* 'Cunningham white') og bøk (*Fagus sylvatica*), med undersida ned på vannoverflata. De fanger opp eventuelle svermesporer av *Phytophthora* som dannes når jorda blir vannmettet. På engelsk kalles metoden for «baiting» fra det engelske uttrykket for agn («bait»). Bladene brukes altså som agn for å fiske opp *Phytophthora*-sporer. De beste bladene er nyutsprungne (myke), altså før de blir for stive med velutviklet vokslag. Rododendron-bladene som brukes høstes fra sjukdomsfrie testplanter. Bladene blir liggende på jordprøvene i opptil en uke avhengig av hvor rask symptomutviklingen går, dvs utvikling av mørke flekker som er et tegn på *Phytophthora*-infeksjon. Fra eventuelle flekker på testblader blir det isolert etter samme prosedyre som for plantevevsprøver (se over).

Fra vassdrag

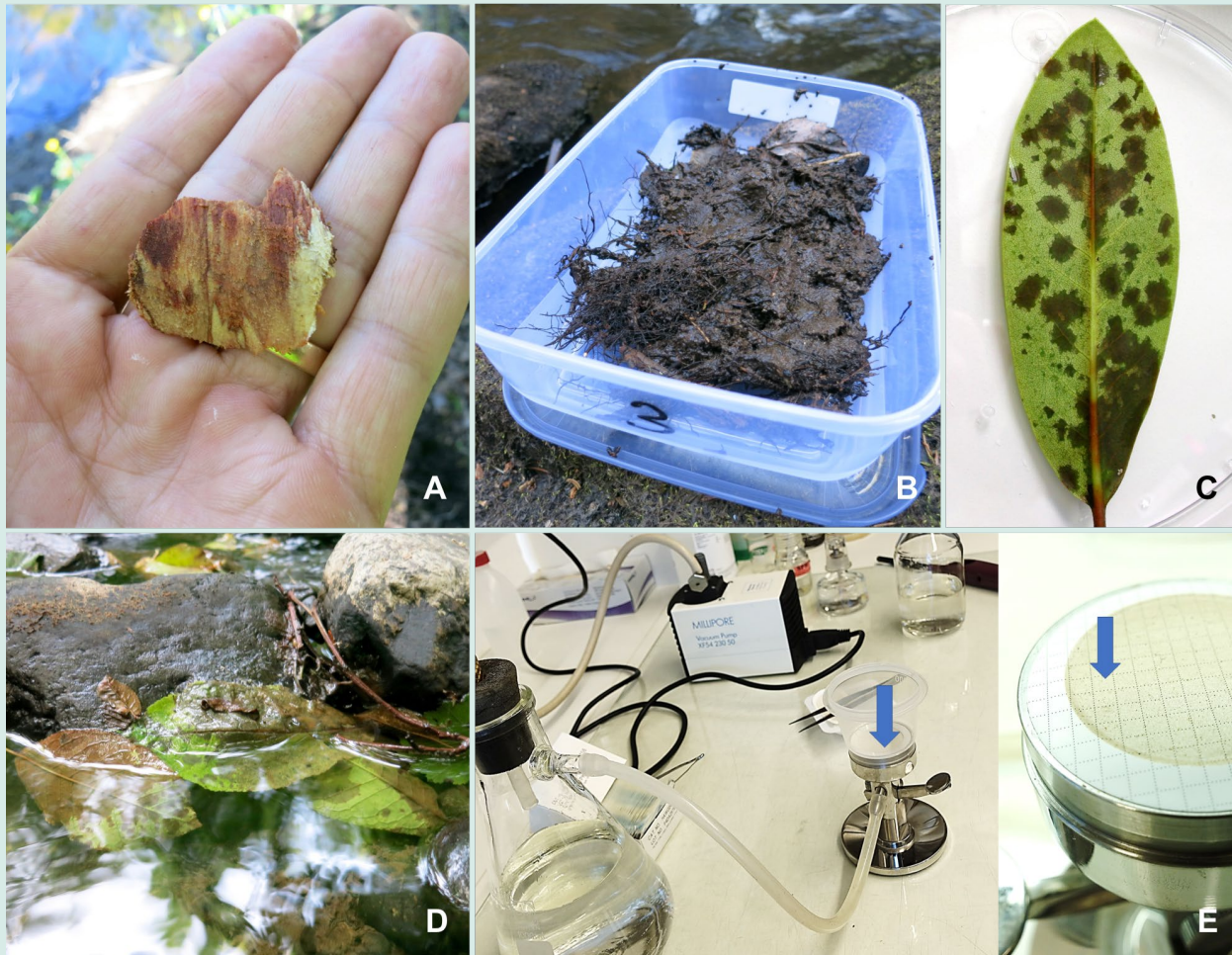
Agn av blader benyttes ofte for å isolere *Phytophthora* fra vassdrag. Blader fra rododendron, bøk eller annet plasseres da i vann i nettingposer som forankres med en tråd og ligger og flyter i opp til en uke (i varmt vær er 2-3 dager nok). Dersom det er *Phytophthora* i vannet, kan svermesporer infisere bladene og danne mørke flekker. Fra flekkene isoleres det på PARPH som beskrevet over.

Bladprøver kan også plukkes direkte fra vassdrag. Særlig langs bekker og elver vil det naturlig drysse ned en del blader fra kantvegetasjonen som ender opp i vannet der de kan tiltrekke seg *Phytophthora*-sporer. Slike blader kan brukes til å isolering på PARPH-agar dersom de viser tegn til mørke flekker.

Vannprøver kan pumpes gjennom et filter med så små porer at *Phytophthora*-sporer setter seg fast i filteret). Filtrene kuttes i mindre biter og legges deretter på PARPH-agar. Denne prosedyren kan gjennomføres med en håndpumpe i felt eller ved hjelp av en vakuumpumpe i et laboratorium.

Alle disse metodene er vanlig brukt verden over (se figur på neste side).

Tekstboks III – Generell informasjon om isolering av *Phytophthora* – fortsettelse



Prøvemateriale for isolering av *Phytophthora*; A - plantevevsprøve i form av en flis fra overgangen mellom friskt (gulaktig) og sjukt (rødbrunt) vev fra blødende stammesår av gråor (*Alnus incana*), B - jordprøve med rotbiter fra sjuk gråor ved elv, C - agnprøve fra en bekk (*P. plurivora* ble isolert), D - bladprøver med mørke flekker fra elv (*P. plurivora* og *P. gonapodyides* ble isolert) og E - vannprøve som filtreres på laboratorium (blå piler viser filteret som etterpå legges på PARPH-agar).

Foto: Martin Pettersson (A,B,D), Venche Talgø (C,E)

Sist oppdatert 20.10.2021

Tekstboks IV – Identifisering av *Phytophthora*

Morfologisk

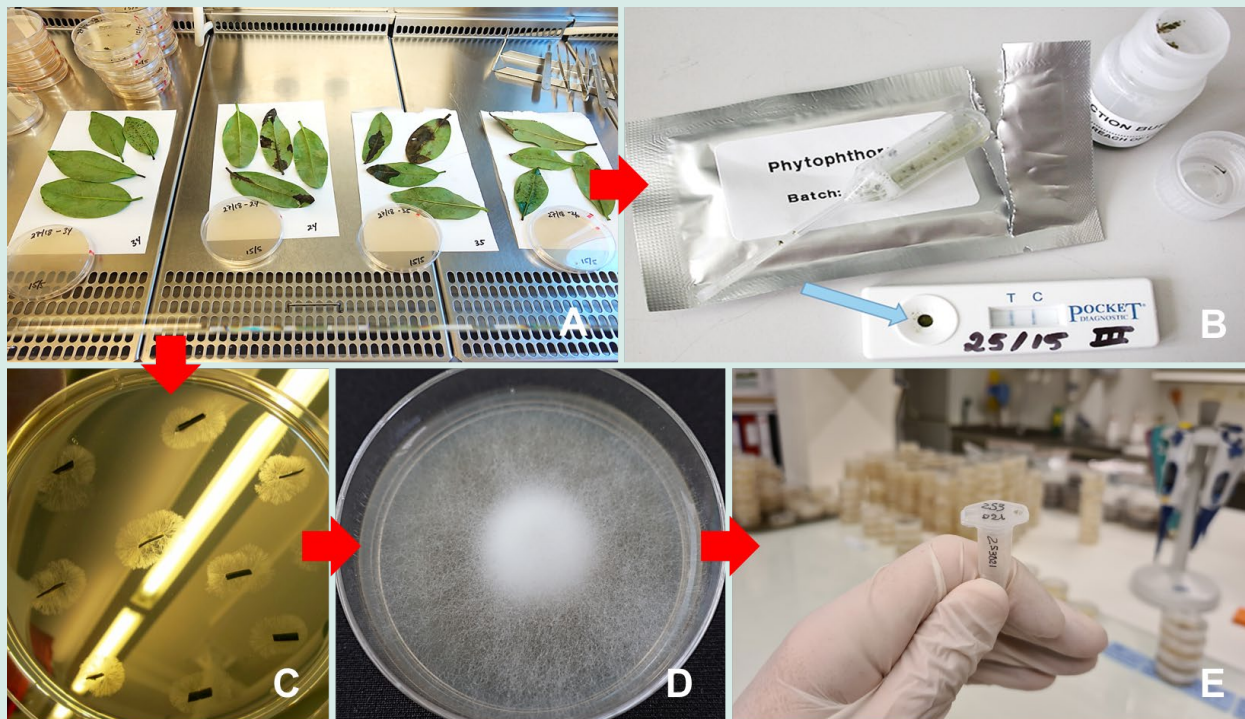
Phytophthora-arter er vanskelige å identifisere til art ved morfologi. Flere har lignende korall-formede hyfer, men kan ofte skilles på de forskjellige sporetypenes morfologi (form og størrelse). Dessverre danner mange arter ofte ikke sporer på vekstmedium. Det finnes også såkalte heterotalliske arter som trenger to kryssningstyper (kjønn) for å danne hvilesporer. I kultur har de alle lysegrå til beige utseende og kan ikke sikkert identifiseres ut fra hyfevekst/koloniform. Det er også vanskelig å skille de fra nærstående arter i slekter som *Pythium* og *Phytopythium*.

Serologisk

For å raskt fastslå om plantevev er infisert av *Phytophthora*, kan en hurtigtest, såkalt «lateral flow device» (LFD), som er kommersielt tilgjengelig brukes (for eks. Pocket Diagnostic® Rapid Tests). I figuren under forklarer vi hvordan testen utføres. Testen har imidlertid sine begrensninger ettersom den ikke er artsspesifikk, dvs den kan ikke skille mellom ulike *Phytophthora*-arter og det kan forekomme kryssreaksjoner med arter i nærstående slekter som *Pythium* og *Phytopythium*.

DNA-analyse

For identifisering til art benyttes DNA-analyse [sekvensering av «Internal transcribed spacer (ITS)» området av ribosomalt DNA]. *Phytophthora* mycel skrapes fra renkulturer, DNA ekstraheres ved et molekylærlaboratorium og ekstraktet går videre til DNA-sekvensering.



Identifisering av *Phytophthora*. A - bladbiter fra infiserte rododendronblad legges på *Phytophthora*-selektiv agar (PARPH). B - hurtigtest for *Phytophthora* der små biter fra infisert plantevev legges i en flaske med buffer og ristes ca. et minutt. Med en pipette overføres væske til brønnen (blå pil). Væsken trekkes seg fra brønnen ut i feltet med de to blå strekene (C=kontroll, T=test). En blå strek ved C viser at testen fungerer. Blå strek ved T viser at det er utslag for *Phytophthora*. C - *Phytophthora*-utvekst fra bladbiter på PARPH. D - Renkultur av *Phytophthora* (her *P. cambivora*). E - Rør med DNA til videre analyse.

Foto: Venche Talgø (A,B), Martin Pettersson (C,D,E)

Sist oppdatert 20.10.2021

3 Resultat og diskusjon

3.1 Påviste *Phytophthora*-arter

Hurtigtest for *Phytophthora* ga utslag på 51 av 60 prøver (85%), men ni av disse var bare svakt positive (Tabell 2). Fra 30 av de 60 prøvene fikk vi et eller flere isolater med *Phytophthora*-lignende vekst og 41 isolater ble sendt til DNA-analyse der *Phytophthora* ble påvist i 12 av de 60 jordprøvene (20%), og *Pythium* (en annen organismslekt i det samme artsriket som *Phytophthora*) ble funnet i 22 prøver (37%). Fem prøver hadde både *Phytophthora* og *Pythium*, og fire prøver hadde to *Pythium*-arter. Totalt ble det påvist fire *Phytophthora*-arter; *P. cactorum* el. *P. hedraiaandra* (videre undersøkelser er påkrevd for å skille disse to artene), *P. cambivora*, *P. megasperma* og *P. plurivora* (Teksboks V). Vi fant også fire *Pythium*-arter; *Py. litorale*, *Py. macrosporum*, *Py. torulosum* og en ukjent *Pythium*-art (Teksboks VI). *Pythium*-arter er generelt mindre aggressive på treaktige vekster enn *Phytophthora*, men er beskrevet som patogene på skogtrær i Europa (Jankowiak mfl. 2015). Dessuten kan de f.eks. forårsake fallesyke på spirende skogplanter i barrotsplanteskoler (Weiland mfl. 2013) og rotråte på jordbruksvekster (Hermansen mfl. 2007).

Tabell 2. *Phytophthora*- (uthevet) og *Pythium*-arter som ble påvist i Bymiljøetatens planteskole i Sørkedalen i 2021, samt hvilken treart de ble funnet ved.

Prøve nr.	Treart inkludert sortnavn o.a.	Rad (antall like trær)	Isolat nr.	Funn	LFD*
1	<i>Acer platanoides</i> KORSA® E	1 (13) & 7 (15)	252802 252803	<i>Py. torulosum</i> <i>P. plurivora</i>	p
2	<i>Acer platanoides</i> 'Royal Red'	30 (7)	252804 252805	<i>Py. macrosporum</i> <i>Py. torulosum</i>	p
3	<i>Acer pseudoplatanus</i>	24 (50)			n
4	<i>Acer saccharum</i>	2 (14)	252806 252807	<i>P. cactorum</i>** <i>Py. torulosum</i>	p
5	<i>Alnus x spaethii</i>	17 (8)	252808	<i>Py. sp.</i>	p
6	<i>Betula pendula</i>	42 (11), 43 (8) & 44 (50)			p
7	<i>Betula pendula</i> 'Dalecarlica' E	29 (20), 39 (47) & 50 (20)			sp
8	<i>Betula pendula</i> HONNØR® E	48 (15)	252809	<i>Py. torulosum</i>	p
9	<i>Betula pubescens</i>	41 (17) & 44 (11)	252810	<i>Py. macrosporum</i>	p
10	<i>Carpinus betulus</i> FORUM® E	48 (17) & 50 (20)	252811	<i>Py. litorale</i>	p
11	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> E	9 (11)	252812	<i>Py. torulosum</i>	p
12	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> E FLST	20 (10)			p
13	<i>Corylus avellana</i>	50 (30)			p

Tabell 2. Fortsettelse

Prøve nr.	Treart inkludert sortnavn o.a.	Rad (antall like trær)	Isolat nr.	Funn	LFD*
14	<i>Crataegus intricata</i> E	44(14), 45(14) & 46(15)			p
15	<i>Crataegus laevigata</i> 'Paul's Scarlet'	17 (17)			sp
16	<i>Fagus sylvatica</i> E	12 (3)	252813	<i>P. plurivora</i>	p
17	<i>Fagus sylvatica</i> 'Purpurea'	16 (40), 48 (15) & 50 (10)			p
18	<i>Fagus sylvatica</i> UMBRA® E	19 (45)			p
19	<i>Malus</i> 'Dolgo' E	11 (20) & 47 (13)	252816	<i>P. plurivora</i>	p
20	<i>Malus domestica</i> 'Filippa'	24 (10)	252814	<i>Py. torulosum</i>	sp
21	<i>Malus domestica</i> 'Katinka' E	25 (28)	252815	<i>P. megasperma</i>	sp
22	<i>Malus purpurea</i> MARI® E	46 (16)	252817	<i>P. megasperma</i>	p
23	<i>Malus</i> 'Royalty'	46 (6)	252818	<i>P. megasperma</i>	p
24	<i>Populus tremula</i> 'Erecta'	36 (50)			n
25	<i>Populus trichocarpa</i> 'Spirit' E	48 (12)			n
26	<i>Prunus avium</i>	33 (28) & 52 (15)			p
27	<i>Prunus avium</i> KLOSTER® E	35 (30) & 47 (15)	252834 252835 252836	<i>P. megasperma</i> <i>Py. torulosum</i> <i>Py. torulosum</i>	p
28	<i>Prunus avium</i> 'Plena'	31 (19)	252837	<i>Py. torulosum</i>	p
29	<i>Prunus domestica</i> 'Jubileum'	24 (10)	252819	<i>Py. macrosporum</i>	p
30	<i>Prunus domestica</i> 'Victoria Emla' E	24 (7)	252881	<i>P. megasperma</i>	p
31	<i>Prunus maackii</i>	2 (6) & 3 (2)	252820 252821	<i>Py. torulosum</i> <i>Py. torulosum</i>	sp
32	<i>Prunus maackii</i> GALLA® E	15 (50)	252882	<i>Py. torulosum</i>	p
33	<i>Prunus sargentii</i> SYMFONI® E	22 (20) & 23 (20)	252822	<i>Py. macrosporum</i>	p
34	<i>Prunus serrulata</i> 'Kanzan'	30 (13)			p
35	<i>Quercus robur</i>	15 (10)			n
36	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata'	30 (6)	252823 252824	<i>Py. macrosporum</i> <i>P. megasperma</i>	sp
37	<i>Quercus robur</i> 'Fastigiata Koster'	40(6), 41(6) & 42(10)	252825 252826	<i>Py. torulosum</i> <i>Py. macrosporum</i>	sp

Tabell 2. Fortsettelse

Prøve nr.	Treart inkludert sortnavn o.a.	Rad (antall like trær)	Isolat nr.	Funn	LFD*
38	<i>Quercus rubra</i>	31 (6)	252827 252838	<i>Py. macrosporum</i> <i>P. cactorum</i> **	p
39	<i>Salix</i> FK. Jakobs Kirke	49 (12)	252828	<i>Py. macrosporum</i>	p
40	<i>Salix</i> FK. Rådhuset Nord/Vest	49 (17)			p
41	<i>Salix alba</i> 'Sericea'	51 (9)			n
42	<i>Salix euxina</i> 'Bullata' E	50 (6)			n
43	<i>Sorbus</i> 'Astrid' E	18 (26)	252829	<i>Py. macrosporum</i>	n
44	<i>Sorbus aucuparia</i> E	39 (13) & 40 (14)			p
45	<i>Sorbus aucuparia</i> 'Rosina' E	27 (22) & 37 (7)			n
46	<i>Sorbus aucuparia</i> 'Sven' E	45 (9)	252830 252831	<i>Py. torulosum</i> <i>Py. macrosporum</i>	sp
47	<i>Sorbus hybrida</i> E	36 (12) & 50 (30)			p
48	<i>Sorbus incana</i> E	51 (29)	252832 252833	<i>Py. macrosporum</i> <i>Py. torulosum</i>	p
49	<i>Sorbus intermedia</i> E	29 (3)			sp
50	<i>Sorbus</i> 'Sunshine' E	27 (4) & 51 (10)			p
51	<i>Sorbus x thuringiaca</i> 'Fastigiata' E	23 (25) & 35 (25)			p
52	<i>Tilia cordata</i> FK. Bogstad	57 (2)			p
53	<i>Tilia cordata</i> FK. Frogner	57 (20)			p
54	<i>Tilia cordata</i> 'Greenspire'	30 (4)			p
55	<i>Tilia cordata</i> 'Polen'	38 (30) & 39 (24)			p
56	<i>Ulmus glabra</i> '2018'	45 (32) & 49 (44)			n
57	<i>Larix sibirica</i> 'Tula'	52 (15)			p
58	<i>Picea abies</i>	56 (42)			p
59	<i>Picea abies</i> 'Koreana'	54 (9) & 55 (10)			p
60	<i>Thuja occidentalis</i>	52 (6) & 53 (3)	252865	<i>P. cambivora</i>	p

*LFD=Hurtigtest (p=positiv, sp= svakt positiv, n=negativ)

**I DNA-identifikasjonen av *Phytophthora cactorum* hadde DNA-sekvensen også opptil 100% sekvenslikhet med *P. hedraiana*, men de to artene kan ikke skilles ved bruk av ITS. Mer omfattende analyser må derfor til for å kunne skille dem.

Tekstboks V – Beskrivelse av *Phytophthora*-artene i planteskolen

Phytophthora cactorum (se fotnote ** under Tabell 2) er en kjent skadegjørere på bøk (*Fagus sylvatica*) i Europa. I Norge er den isolert fra jord ved bøk i Oslo og Larvik og flis fra bøk i Stavanger (bl.a. Talgø et al. 2019a,b), men *P. cactorum* kan angripe mange andre treaktige planter. I tillegg til flere utsatte arter i rosefamilien, er *P. cactorum* funnet på 30 slekter av trær i utlandet, f.eks. edelgran (*Abies*), lønn (*Acer*), bjørk (*Betula*), lerk (*Larix*), gran (*Picea*), eik (*Quercus*), lind (*Tilia*) og alm (*Ulmus*). *Phytophthora cactorum* er en alvorlig skadegjører i norsk jordbær- og epleproduksjon. Arten er også funnet på bærlyng (*Vaccinium corimbosum*) og rododendron (*Rhododendron*) i Norge.

Phytophthora cambivora gjør skade på mange treaktige planter over hele verden. I Norge er *P. cambivora* rapportert på bøk (*Fagus sylvatica*), svartor (*Alnus glutinosa*), gråor (*A. incana*), alm (*Ulmus glabra*) og nobeledelgran (*Abies procera*) (bl.a. Strømeng mfl. 2015, Talgø mfl. 2019a). Flere funn er langs vassdrag samt på importerte grøntanleggsplanter (Talgø mfl. 2019a,c, Pettersson mfl. 2020b).

Phytophthora cryptogea er kjent for å angripe mange urteaktige planter rundt om i verden, men også treaktige planter kan få skade. Skader av denne arten i Norge er dokumentert på tomat og salat i veksthus, utendørs har vi dårlig kunnskap om hvor mye skade den fører til. På trær i Sør-Europa er skadene primært begrenset til tap av finrøtter med unntak for alvorlig rot- og stamme-råte på ekte kastanje (*Castanea sativa*) (Perlerou mfl. 2010). I Norge har vi funnet *P. cryptogea* i et vassdrag nær et juletrefelt på Vestlandet og i et naturreservat ved Hamar, samt på importerte planter (Strømeng mfl. 2015, Pettersson mfl. 2020b).

Phytophthora gonapodyides er vanlig i vassdrag og regnes som et svakt patogen. Den ble første gang påvist i Danmark og ser ut til å ha vært lenge i Norge (Petersen 1909). Det kan i tilfelle forklare at den ikke er så aggressiv på våre stedegne arter (dvs. art og vert har tilpasset seg hverandre over mange år/koevolusjon), men arten er isolert fra syk bøk og or i Norge og smitteforsøk har vist at den kan skade bøk.

Phytophthora hedraiaandra (se fotnote ** under Tabell 2) er kun funnet på blankmispel (*Cotoneaster lucidus*) i Norge i et enkelt tilfelle. Ellers er arten funnet på syke pryddplanter i Spania (Moralejo mfl. 2009), den forårsaker rododendrondød og rotråte på bøk i Tsjekia (Hejna mfl. 2014), samt rotråte på krossved (*Viburnum*) i Storbritannia (Henricot & Waghorn 2014). *Phytophthora hedraiaandra* er litt mer varmekjær enn *P. cactorum*.

Phytophthora lacustris er svært vanlig i norske vassdrag og regnes som et svakt patogen. I et naturreservat i Åkersvika ved Hamar har denne arten blitt funnet på sjuk vier (*Salix* sp.), noe som tyder på at den kan gjøre noe skade på norske vertplanter (Strømeng mfl. 2015).

Phytophthora megasperma har et vidt vertplantespekter og er i Norge funnet i et hagesenter på barlind (*Taxus* sp.), og på fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*) og lind (*Tilia* sp.) i felt (Talgø mfl. 2018). Grønsaker kan også angripes, spesielt kålvekster. Funnene som her er gjort viser at arten er en potensiell skogsskadegjører på både bar- og løvtrær.

Phytophthora plurivora angriper røttene på mange arter av bar- og løvtrær og er en kjent og alvorlig skadegjører i Norge. Den er isolert fra flis av bøk og spisslønn (*Acer platanooides*), og man finner *P. plurivora* langs vassdrag med sjuk gråor (Talgø mfl. 2020, Pettersson mfl. 2020a). I tillegg er det den mest vanlige *Phytophthora*-arten som er påvist i norsk import av pryddplanter (Pettersson mfl. 2020b).

Phytophthora rosacearum er funnet i Åkersvika, Hamar i en jordprøve (Strømeng mfl. 2015). Vi vet ikke hvilke konsekvenser *P. rosacearum* kan ha i norsk natur, men den er nært beslektet med *P. gonapodyides*.

Phytophthora uniformis er kjent for å være en svært aggressiv art på både gråor og svartor (Husson mfl. 2015). *Phytophthora uniformis* er blant annet funnet ved Årungen i Ås kommune (Strømeng mfl. 2012).

Referanser:

Hejna, M. mfl. 2014. *Plant disease*, 98(10), 1434-1434.

Henricot, B., & Waghorn, I. 2014. *New Disease Reports*, 29(8).

Husson, C. mfl. 2015. *Fungal Genetics and Biology*, 77, 12-21.

Moralejo, E. mfl. 2009. *Plant Pathology*, 58(1), 100-110.

Perlerou, C. mfl. 2010. *Plant Pathology*, 59(4), 799-799

Petersen, H. E. 1909. *Botanisk tidsskrift*, 29, 345-440.

Pettersson, M. mfl. 2020a. *NIBIO Rapport* 6(155), 1-17.

Pettersson, M. mfl. 2020b. *NIBIO Rapport*, 6(39), 1-22.

Strømeng, G. M. mfl. 2012. *Bioforsk Tema* 7(12):8 s.

Strømeng, G. M. mfl. 2015. *NIBIO Rapport* 1(4), 1-18.

Talgø, V. mfl. 2018. *NIBIO rapport* 4(102):55-61.

Talgø, V. mfl. 20219a. *NIBIO Rapport* 5(78), 1-25.

Talgø, V. mfl. 20219b. *NIBIO Rapport*, 5(63), 1-28.

Talgø, V. mfl. 2020. *NIBIO Rapport* 6(37), 1-19.

Tekstboks VI – Generelt om *Pythium* og beskrivelse av artene som ble funnet i planteskolen

Pythium er en slekt med jordboende plantepatogener. Det er beskrevet rundt 200 arter og de er utbredt over hele verden (Uzuhashi mfl. 2010). Generelt er *Pythium*-arter nekrotrofiske (dreper vertsceller for å få næringsstoffer), opportunistiske (dvs. forårsaker vanligvis ikke sykdom dersom plantene ikke er stresset) plantepatogener med brede vertplantespekter, men noen arter er mer artsspesifikke.

Pythium-arter er først og fremst et problem på spirende frø og frøplanter (angriper unge røtter og rothals/stengler). De kan forårsaker fallesjuka på nyspirte planter, dvs. at plantene kollapser like etter oppspiring. Størst problemer forårsaker de på urteaktige planter, men de kan også være et problem på treaktige vertplanter i planteskoler, f.eks. i produksjonen av gran (*Picea* spp.) og furu (*Pinus* spp.). På større planter kan *Pythium*-infeksjon resultere i at røttene får redusert biomasse (mindre finrøtter og rothår), noe som kan gi dårlig tilvekst (såkalt «stunting» på engelsk).

Som *Phytophthora*, har *Pythium* svermesporer (zoosporer) som kan bevege seg i vann og hvilesporer (oosporer og klamydosporer) som kan overleve tøffe forhold (f.eks. tørke og frost) uten vertplante. Smitten finnes ofte i dyrkingsmediet til planter og spres med vann i forbindelse med nedbør, vanning eller flom.

I Norge var frilandsproduksjonen av furuplanter i skogplanteskoler utsatt for mye fallesyke (Roll-Hansen 1965). Dette førte til omlegging av produksjonen fra barrot til pluggplanter i brett som var hevet opp fra bakken på ulike installasjoner for å hindre røttene i å få bakkekontakt, noe som bort imot har eliminert problemet. I en studie av jordbåren smitte av *Phytophthora* og *Pythium* i produksjon av rododendron (*Rhododendron*) i USA, ble rotråte sjelden funnet dersom det bare var *Pythium* til stede i jorda, men når det i tillegg var *Phytophthora*, var det vanlig med alvorlig rotråte (Weiland mfl. 2020).

I dag er det ikke så mye som tyder på at *Pythium* er spesielt aggressiv på treaktige planter, men Oliveira mfl. (2021) mener at deres patologiske betydning i stor grad er undervurdert.

Pythium litorale er en art som ble beskrevet da kystjord fra sivbestander i Tyskland ble undersøkt, og denne arten var den mest talrike (Nechwatal & Mendgen 2006). Arten har også blitt funnet i rhizosfæren til sjuke trær av eple (*Malus* spp.) i fruktproduksjon (Grigel mfl. 2019).

Pythium macrosporum er en art som forekommer i jord i skogplanteskoler i hele USA, og den er assosiert med fallesjuka på spirende Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) (Weiland 2013).

Pythium torulosum er en art som assosiert med fallesyke på diverse jordbruksvekster f.eks. erter (Alcala mfl. 2016).

Pythium sp. Denne ukjente *Pythium*-arten kan være en ny art som vil bli undersøkt mer detaljert.

Referanser:

- Alcala, A. V. C. mfl. 2016. *Plant disease* 100(5), 916-925.
- Grigel, J. mfl. 2019. *Phytopathologia Mediterranea* 58(2).
- Nechwatal, J., & Mendgen, K. 2006. *FEMS microbiology letters* 255(1), 96-101.
- Oliveira, L. S. S. mfl. 2021. *Forest Pathology* 51(3), 1-8.
- Roll-Hansen, F. 1965. *Landbruksforlaget*, Oslo 98 s.
- Uzuhashi, S. mfl. 2010. *Mycoscience* 51(5), 337-365.
- Weiland, J. E. mfl. 2013. *Plant disease* 97(6), 744-748.
- Weiland, J. E. mfl. 2020. *Plant disease* 104(6), 1841-1850.

Sist oppdatert 30.11.2021.

3.2 Forskjell i aggressivitet mellom *Phytophthora*-arter

Av de ni *Phytophthora*-artene som er funnet i Bymiljøetatens planteskole, i denne og den tidligere kartleggingen i 2019 (Tabell 1 & 2, Tekstboks V & VI), er spesielt funnene av *P. cactorum* (el. *P. hedraiaandra*), *P. cambivora*, *P. megasperma*, *P. plurivora* og *P. uniformis* urovekkende. Disse har forårsaket alvorlig skade på trær i Norge (Strømeng mfl. 2012, Talgø & Brurberg 2015, Talgø mfl. 2007, Talgø mfl. 2019a,c). Mange funn av *P. cambivora* og *P. plurivora* har også blitt gjort langs flere vassdrag med døde trær (Pettersson mfl. 2020b,c,d, Strømeng mfl. 2015). *Phytophthora cryptogea* kan også regnes blant gruppen av mer aggressive *Phytophthora*-arter (Perlerou mfl. 2010).

P. gonapodyides og *P. lacustris* er svært vanlige i vassdrag og regnes som mindre aggressive, men de kan være aggressive mot visse vertplanter, spesielt i flomutsatte områder. *Phytophthora gonapodyides* kan forårsake stamme- og rothalsrøte med blødende sår i barken på voksne bøketrær (Jung 2009), og rothalsrøte på svartor (*Alnus glutinosa*) langs elvebredder (Jung & Blaschke 2004). *Phytophthora lacustris* kan forårsake rothalsrøte på ferskentrær (*Prunus persica*) (Nechwatal mfl. 2013) og på svartor langs elvebredder (Kanoun-Boulé mfl. 2016). Også *P. rosacearum* regnes til den mindre aggressive gruppen, da den er nært beslektet med *P. gonapodyides*, men her er det mangel på informasjon i litteraturen.

Når det gjelder *Pythium* (som vi fant mye av) er det lite informasjon som tyder på at de er aggressive på treaktige planter, men Oliveira mfl. (2021) mener at deres patologiske betydning i stor grad er undervurdert. For flesteparten av artene som er funnet på friland i Norge, mangler det kunnskap om deres overlevelse, aggressivitet og vertplantespekter under norske forhold. Smitteforsøk og forsøk for å teste kuldeteranse/overlevelsessevne kan eventuelt gjennomføres for å få svar på dette.

3.3 Flere potensielle smitteveier inn i planteskolen

Siden alle de påviste *Phytophthora*-artene kan forekomme i vassdrag, kan planteskolen ha introdusert dem med vanningsvann fra elva, men det kan like gjerne være at avrenning fra planteskolen har ført smitte ut i elva. Spesielt *P. megasperma* og *Pythium*-arterne kan ha vært i jorda allerede fra tidligere jordbruk. I utlandet er *P. megasperma* ofte assosiert med både jord- og hagebruksvekster, f.eks. spinat og brokkoli. Men skal vi dømme etter de store mengdene *Phytophthora* som følger med rotklumpen på importerte grøntanleggsplanter (Talgø mfl. 2019c, Pettersson mfl. 2020a), er det mest sannsynlig at dette er smitteveien her. Både importhistorikken ved Engebråten og andre planteskoler tilsier at de kan ha fått introdusert *Phytophthora* i produksjonen via import. Denne situasjonen gjør at også norskproduserte eliteplanter har vært utsatt for smittepress. Smitte kan også ha kommet inn i Bymiljøetatens planteskole via ureint vekstmedium dersom hygien under produksjon og lagring av dette ikke har vært tilfredstillende.

4 Anbefalinger

Som i rapporten fra undersøkelsen i Bymiljøetatens planteskole i 2019 (Talgø mfl. 2020b), fraråder vi på det sterkeste å distribuere plantene som i dag står i planteskolen.

Det kan få uante konsekvenser på sikt, både økonomisk og miljømessig, dersom disse trærne benyttes i grøntanlegg, da det helt klart er mange mer eller mindre aggressive patogener som vil følge med trærne. Heller ikke såkalte svake patogener bør spres, da de kan komme til å angripe stauder, løkplanter eller annet som vokser ved siden av trær i anlegg.

Totalt er det altså hele ni *Phytophthora*-arter som er funnet på det samme, avgrensede området. Så mange *Phytophthora*-arter på samme plass gir økt risiko for at de krysser seg (hybridiserer) og fører til nye arter som i verste fall er mer aggressive enn opphavet. Hybridisering er et kjent fenomen blant *Phytophthora*-arter.

Prinsippene for å produsere planter som er fri for *Phytophthora* ble beskrevet i rapporten fra den første undersøkelsen i Bymiljøetatens planteskole (Talgø mfl. 2020b). Vi anbefaler også rapporten om planteskolehygiene fra Talgø mfl. (2008). Videre anbefales det å søke opp informasjon internasjonalt om temaet ved bruk av søkeord som «nurseries» og «best management practices» (f.eks. Swiecki & Bernhardt 2016).

Vi ser ingen annen løsning enn å gå bort fra produksjon på bakken til en eller annen form for løfta produksjon (Talgø mfl. 2020b). Det er slik skogplanteskolene i Norge og mange andre steder i verden har håndtert rotsjukdommer. Det vil ikke hjelpe å bruke rent utgangsmateriale fra Sagaplant AS dersom det settes i den infisert jorda i planteskolen.

Litteraturreferanser

- Hermansen, A., Herrero, M. L., Gauslaa, E., Razzaghian, J., Nærstad, R. & Klemsdal, S. S. 2007. *Pythium* species associated with cavity spot on carrots in Norway. *Annals of applied biology* 150(2), 115-121.
- Jankowiak, R., Stepniewska, H. & Bilanski, P. 2015. Notes on some *Phytophythium* and *Pythium* species occurring in oak forests in southern Poland. *Acta Mycologica* 50(1).
- Jung, T. 2009. Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. *Forest Pathology* 39(2), 73-94.
- 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(2), 197-208.
- Kanoun-Boulé, M., Vasconcelos, T., Gaspar, J., Vieira, S., Dias-Ferreira, C. & Husson, C. 2016. *Phytophthora* × *alni* and *Phytophthora lacustris* associated with common alder decline in Central Portugal. *Forest Pathology* 46(2), 174-176.
- Nechwatal, J., Bakonyi, J., Cacciola, S. O., Cooke, D. E. L., Jung, T., Nagy, Z. A., Vannini, A., Vettraino, A. M. & Brasier, C. M. 2013. The morphology, behaviour and molecular phylogeny of *Phytophthora* taxon Salixsoil and its redesignation as *Phytophthora lacustris* sp. nov. *Plant Pathology* 62(2), 355-369.
- Oliveira, L. S. S., Jung, T., Milenković, I., Tarigan, M., Horta Jung, M., Lumbangaol, P. D. M., Sirait, B.A. & Durán, Á. 2021. Damping-off, root rot and wilting caused by *Pythium myriotylum* on *Acacia crassicarpa* in Sumatra, Indonesia. *Forest Pathology* 51(3), 1-8.
- Perlerou, C., Tziros, G., Vettraino, A. M. & Diamandis, S. 2010. *Phytophthora cryptogea* causing ink disease of *Castanea sativa* newly reported in Greece. *Plant Pathology* 59(4), 799-799.
- Pettersson, M., Brurberg, M. B. & Talgø, V. 2020a. *Phytophthora*. Delrapport for 2019 i OK-programmet «Nematoder og *Phytophthora* spp. i jord på importerte planter». *NIBIO Rapport* 6(39), 1-22. <https://hdl.handle.net/11250/2657510>
- Pettersson, M., Brurberg, M. B. & Talgø, V. 2020b. Kartlegging av *Phytophthora* langs Makrellbekken 2020. *NIBIO Rapport* 6(155), 1-17. <https://hdl.handle.net/11250/2719392>
- Pettersson, M., Brurberg, M. B. & Talgø, V. 2020c. Kartlegging av *Phytophthora* langs Lommedalselva 2020. *NIBIO Rapport* 6(154), 1-15. <https://hdl.handle.net/11250/2719395>
- Pettersson, M., Brurberg, M. B. & Talgø, V. 2020d. Kartlegging av *Phytophthora* langs ny E18 trasé mellom Retvet og Vinterbro. *NIBIO Rapport* 6(139), 1-17. <https://hdl.handle.net/11250/2689717>
- Strømeng, G. M., Brurberg, M. B., Herrero, M.-L., Couanon, W., Stensvand, A., Børja, I. & Talgø, V. 2012. *Phytophthora alni* forårsaker sjukdom på or (*Alnus* spp.) i Norge. *Bioforsk Tema* 7(12), 1-8
- Strømeng, G. M., Brurberg, M. B., Ørstad, K. & Talgø, V. 2015. Kartlegging av *Phytophthora*-arter i Åkersvika naturreservat. *NIBIO Rapport* 1(4), 1-18. <http://hdl.handle.net/11250/2374477>
- Swiecki, T.J. & Bernhardt, E.A. 2016. Best Management Practices (BMPs) for producing clean nursery stock. <http://phytosphere.com/BMPsnursery/index.htm>.
- Talgø, V. & Brurberg, M. B. 2015. Skade på bøk i Vålandsskogen i Stavanger – *Phytophthora* rotråte. *NIBIO Rapport* 1(3), 1-15.
- Talgø, V., Brurberg, M. B. & Pettersson, M. 2020a. Kartlegging av *Phytophthora* langs Sørkedalsvassdraget 2019. *NIBIO Rapport* 6(37), 1-19. <http://hdl.handle.net/11250/2645586>

- Talgø, V., Brurberg, M. B. & Pettersson, M. 2020b. Kartlegging av *Phytophthora* i Bymiljøetatens planteskole i Oslo 2019. *NIBIO Rapport* 6(106), 1-14. <https://hdl.handle.net/11250/2669984>
- Talgø, V., Brurberg, M.B. & Pettersson, M. 2019a. Kartlegging av *Phytophthora* i bøkeskogen i Larvik i 2018. *NIBIO Rapport* 5(63), 1-28. <http://hdl.handle.net/11250/2597318>
- Talgø, V., Herrero, M. L., Toppe, B., Klemsdal, S. S. & Stensvand, A. 2007. Phytophthora root rot and stem canker found on Nordmann and subalpine fir in Norwegian Christmas tree plantations. *Plant Health Progress* 8(1), 29.
- Talgø, V., Perminow, J. I. S, Pettersson, M. & Brurberg, M. B. 2019b. Sjukdomar på tre i Oslo. *NIBIO Rapport* 5(78) 1-25. <https://hdl.handle.net/11250/2647308>
- Talgø, V., Pettersson, M. & Brurberg, M. B. 2019c. *Phytophthora*. Delrapport for 2018 i OK-programmet «Nematoder og *Phytophthora* spp. i jord på importerte planter». *NIBIO Rapport* 5(62), 1-24. <https://hdl.handle.net/11250/2712047>
- Talgø, V., Toppe, B., Stensvand, A., Pundsnes, T., Haugse, S. & Hilmersen, I. 2008. Planteskulehygiene. *Bioforsk Tema* 3(3):30 s. <http://hdl.handle.net/11250/2472898>
- Weiland, J. E., Beck, B. R. & Davis, A. (2013). Pathogenicity and virulence of *Pythium* species obtained from forest nursery soils on Douglas-fir seedlings. *Plant disease* 97(6), 744-748.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.