



Frøoverførte soppar på gran

Fleire soppar kan angripa kongler av gran (*Picea* spp.) og føra til dårleg spiring av frø. Frøsmitte kan også overførast til planter og gjera skade seinare i omløpet, både i planteskular og i produksjonsfelt til skog og juletre.

FRØOVERFØRTE SOPPAR

Dårleg planteskulehygiene (ureine brett, smitte frå vekstplassen, sjukdomsinfisert vekstmedium o.a.) kan føra til redusert tilslag ved oppal av gran (*Picea* spp.). Dette kan skuldast angrep av luftboren sopp-smitte som gråskimmel (*Botrytis* spp.) eller ein eller fleire jordbuande sjukdomsorganismar i slekter som *Pythium* og *Rhizoctonia*. Dei jordbuande kan føra til såkalla fallerjuka («damping off» på engelsk). Fleire sjukdomar kan også ha utspring i infisert frø. Frøoverførte sjukdomar skuldast ulike soppar som kan vera svært problematiske i planteskulane, men berre eit

fåtal av dei følgjer med plantene ut i produksjonsfelt og gir problem der.

Mange soppar på frø vert rekna som sekundære skadegjerarar. På frø som ikkje er skadd av insekt eller anna, finns slike soppar berre utanpå frøskalet. Store mengder sekundære soppar kan vera teikn på eit dårleg frøparti, noko som kan førekoma dersom kongler og frø til dømes vert utsette for skadar og/eller mykje fukt under mogning, hausting, transport og/eller lagring.

Andre soppar kan angripa under utvikling av frøa og koma inn i eller under frøskalet, og vert difor rekna som primære skadegjerarar. Dei kan føra til at frøa ikkje vert spiredyktige, at spirene vert unormale, at dei drep spirene før eller like etter at dei har nådd overflata, eller vera årsak til skade på eit seinare utviklingsstadium ved at smitten vert overført til planta.

Tabell 1 syner kva soppar vi fann på frø av fleire gran- artar i ein test i 2010 (Talgø og Brodal, upubliserte data) i tillegg til ein frøprøve (parti nr. F07-060) av vanleg gran (*P. abies*) som vi testa i 2016. Av soppene i Tabell 1 vert 6 av 14 rekna som primære skadegjerarar og får ein kort omtale under.

PRIMÆRE SKADEGJERARAR

I produksjonsfelt har vi fleire gonger sett skade på gran av *Sydowia polyspora* og artar i slekta *Diaporthe* (betre kjent som det ukjønna stadiet *Phomopsis*) (Figur 1). Vi har også sett småplanter av både gran og edelgran som har vore ringa ved stammebasis av *Phomopsis* sp. like etter utplanting (byrja visna etter 1-2 veker i felt), noko som klart tydar på at smitten har

kome med plantematerialet. Når det gjeld *Sydowia*, har vi ofte funne skade på edelgran i planteskular, og i eit forsøk med nobeledelgran (*A. procera*) tydar det på at *S. polyspora* kan føra til redusert spiring, men dette kan kanskje ha å gjera med smitte frå frø til frø under stratifiseringa (3 veker i fuktig filtrerpapir i mørke ved 4°C) (Brodal *et al.* 2014). Alle edelgranfrø må stratifiserast for å få dei til å bryta kvile og spira, så det vart gjort med alle frøa i dette forsøket. Spireprosenten til nobeledelgranfrøa var generelt låg, noko som ikkje er uvanleg med edelgranfrø, fordi dei har tjukt frøskal som gjer det vanskelig å sortera ut tomme frø. Spireprosenten, registrert seks veker etter såing, var signifikant lågare i frø av nobeledelgran som vart smitta med *S. polyspora* før stratifisering (11,7 % spirte frø) og frø som låg i sporesuspensjon over natta (13,0 % spirte frø) samanlikna med kontrollen (ingen *Sydowia* tilført) (38,0 % spirte frø) og frø som fekk sporesuspensjon spraya på ved såing (40,0 % spirte frø). I eit parallelt forsøk med alpefuru (*Pinus mugo* var. *rotunda*), der frøa ikkje var stratifiserte (frø av furu og gran treng ikkje stratifisering for å bryta kvile), gav ikkje *S. polyspora* utslag på spireprosenten.

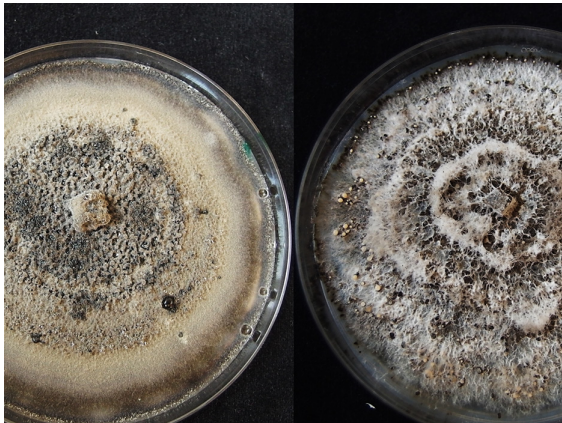
Tabell 1. Soppleskter (primære skadegjerarar med utheva skrift) funne på frøparti (nr. oppgitt under artsnamn) av gran (*Picea* spp.).

<i>Picea</i>	<i>abies</i>	<i>engelmannii</i>	<i>glauca</i>	<i>lutzii</i>	<i>mariana</i>	<i>omorika</i>	<i>pungens</i> var. <i>glauca</i>	<i>sitchensis</i>
Soppsekt	fleire*	03-37	02-24	F08-004	05-10	04-23	06-36	01-263b
Alternaria	x	x	x	x	x	x		
<i>Aspergillus</i>			x	x				
Camarographium						x		
<i>Cladosporium</i>	x					x		
Phomopsis	x							
<i>Dictyopolschema</i>	x							
<i>Mucor</i>	x		x	x	x	x	x	
<i>Penicillium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
Phoma				x	x	x		x
<i>Rhizopus</i>	x	x	x	x	x		x	
Sirococcus	x							
Sydowia	x	x	x	x		x	x	
<i>Trichoderma</i>	x	x		x	x	x		x
<i>Trichothecium</i>	x			x	x			x

*Frøparti nr. F07-060, 4179, 98076 og F06-043



Figur 1. Skade av soppene *Sydowia polyspora* (venstre) og *Phomopsis* sp. (høgre) i produksjonsfelt av vanleg gran (*Picea abies*). Begge soppene kan vera frøoverførte (sjå Tabell 1). Legg merke til dei gulaktige sporekrøllane på det innfelte biletet til høgre. I kvar sporekrøll er det klistra saman fleire hundre sporar som kvar og ein kan spira og gi opphav til nye infeksjonar. Foto: Erling Fløistad (venstre) og Venche Talgø (høgre)



Figur 2. På småplanter av gran vert det ofte isolert soppar i slektene *Phoma* (venstre) og *Phomopsis* (høgre). Foto: Kari Ørstad

Sirococcus sp. vert av og til funnen på visne kvister av gran i juletræfelt og elles, men denne soppen er fyrst og fremst ein skadegjerar i planteskuleproduksjonen. I tillegg til å drepa spirer, vil ein ofte sjå at soppen spreier seg vidare frå infiserte planter, og det vert flekkvise parti med skadde planter i såsenger/pluggbrett. Til dømes kan *S. conigenus*, som er vanleg i Noreg, føra til stammesår og visne skot/nåler (Nef & Perrin 1999). Fyrste symptoma er at nålene får eit svakt brunt skjær på midten eller ved basis av årsskotet. Angrep kan forvekslast med skaden ein ser etter frost, gråskimmel-angrep eller sviskadar etter bruk av kjemiske middel. Soppen finns også i Nord-Amerika og i nordre delar av Afrika. I Europa er det hovudsakleg vanleg gran og sitkagran (*P. sitchensis*) som er motakelege. I tillegg til at det vert danna sporehus med sporar på nåler og skot, vert dei danna på kongler, noko som er grunnen til at *Sirococcus* ofte er frøoverført. Nokre gonger resulterer angrep på toppskot på unge planter til at sidegreiner går opp som toppar, og ein kan då få planter med fleire toppskot pr. plante.

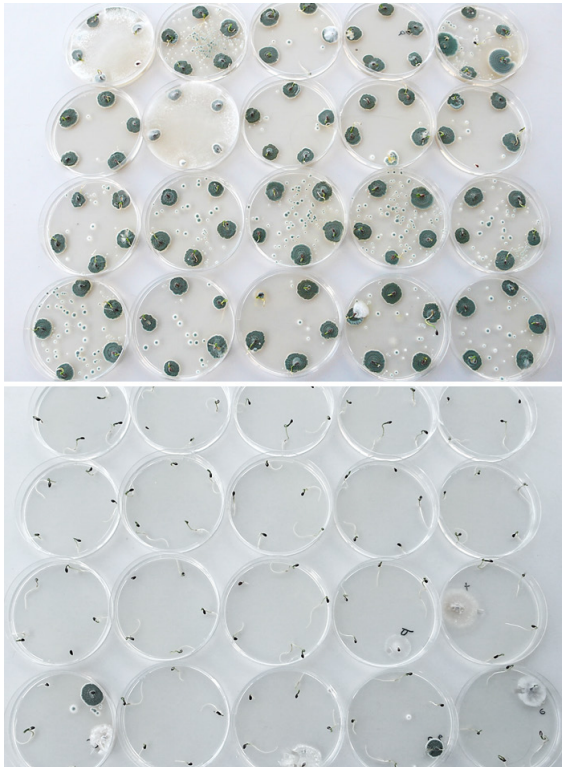
Phoma spp. vert ofte isolert frå skadde småplanter av gran. Figur 2 syner korleis *Phoma* og *Phomopsis* kan sjå ut på kunstig vekstmedium (agar). I fylgje Barnett & Hunter (1998) kan *Phoma* gjera skade på ulike plantedelar, men vi er usikre på kva rolle *Phoma* spelar i småplanteproduksjonen av gran. Det har vore svake utslag i smitteforsøk, men her trengs vidare undersøkingar.

Alternaria-artar kan også skada frø og frøplanter (Nef & Perrin 1999), men dei er ikkje rapporterte som patogen i produksjonsfelt.

Camarographium abietis er det nyleg funne skade av på nobeledelgran (Talgø & Stensvand 2015), men vi har ingen opplysningar om at soppar i denne slekta kan gjera skade på gran i planteskular.

PENICILLIUM - NY UTFORDRING?

Dei resterande soppselektene i Tabell 1 vert sett på som sekundære skadegjerarar. I litteraturen vert mellom anna artar i slekta *Penicillium* rekna som typiske sekundære skadegjerarar som ofte er å finna utanpå frøskalet til barplanter (Butin 1995), men testen av eit frøparti av vanlig gran (nr. F07-060) i 2016 gjer at vi no ser på *Penicillium* som ein potensielt meir aggressiv skadegjerar enn tidlegare antatt (sjå under). Litteratur på området er sprikande, alt frå *Penicillium* sp. som vernar frøplanter mot andre soppar (Yamaji *et al.* 2001) til *Penicillium* sp. som øydelegg frøplanter (Mittall & Wang 1986). Som det framgår av Tabell 1, vart *Penicillium* funnen på frø av alle granartane vi har testa.



Figur 3. Ubehandla frø (foto over) og overflatedesinfisert frø (foto under) av vanleg gran (*Picea abies*) (frøparti nr. F07-060 – sjå Figur 4) der høvesvis 99 % og 2 % av frøa hadde vekst av *Penicillium* på PDA-agar. Den eine gråbrune kulturen på overflatedesinfisert frø (siste i rad 2 sett nedanfrå) er *Sirococcus*, medan dei fire gråkvite kulturane ikkje er identifisert. Foto: Venche Talgø

ANALYSAR AV FRØ FRÅ GRANFRØPARTI NR. F07-060 I 2016

Frøparti F07-060 vart testa etter melding om svært dårleg utbytte i ein skogplanteskule. Følgjande spireprogram vart brukt: såing, grundig vatning, låg temperatur i 1-2 dagar slik at frøa fekk trekkja nok vatn, temperaturheving til 22-24 grader i opptil 7 dagar til alt hadde spirt (avheng av proveniens). Berre om lag 50 % av det som vart sådd frå frøpartiet kunne priklast vidare, og det var også utgang etter prikling. Vi testa frøa både på agar (Test I) og i jord (Test II).

Test I:

Totalt vart 200 frø lagt ut på agar (5 frø per skål), halvparten av dei var overflatedesinfiserte (10 minutt i 1 % natriumhypokloritt), medan dei resterande var ubehandla. Ved overflatedesinfisering vil soppar som ligg utanpå frøet drepast, men ikkje dei som ligg under frøskalet. Skålene stod i eit vekstområde ei veke før dei vart undersøkte for soppvekst i lupe.

Som det går fram av Figur 3, var det vekst av *Penicillium* sp. på heile 99 % av dei ubehandla frøa, medan berre 2 % av dei overflatedesinfiserte var infiserte



Figur 4. Frøparti nr. F07-060 av vanleg gran (*Picea abies*). Her er det ikkje råd å sjå at frøa var fulle av soppen *Penicillium* sp. (sjå Figur 3). Foto: Venche Talgø

med denne soppen. Dette viste at soppen i hovudsak fans utanpå frøskalet. Dette var uråd å vita basert på utsjånaden til frøprøven (Figur 4).

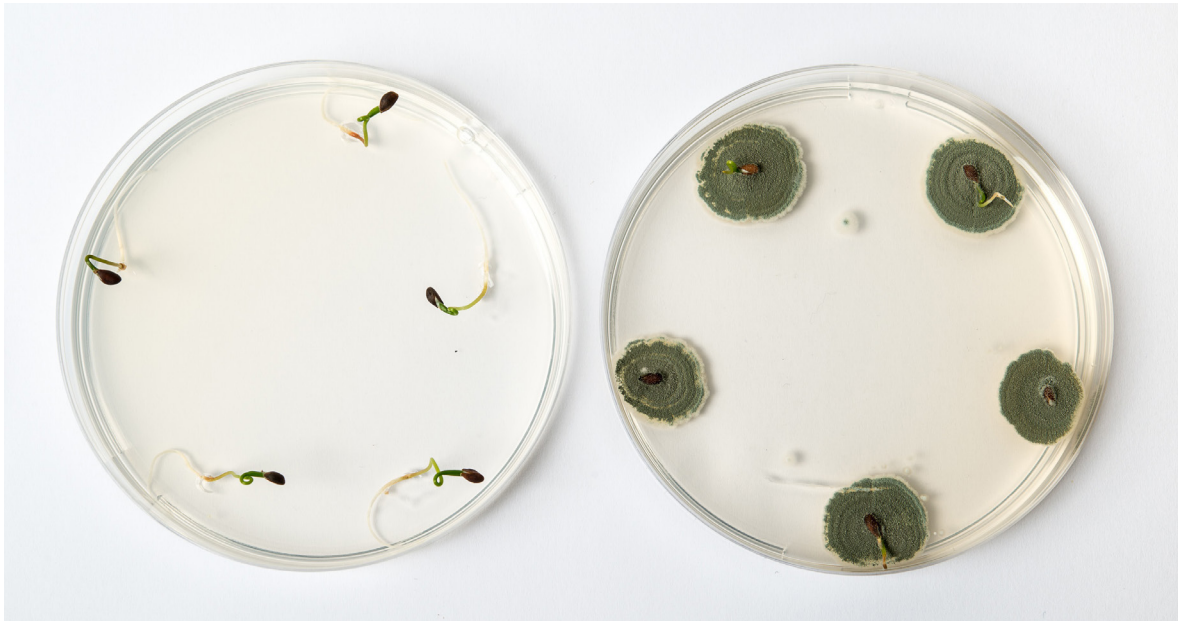
På dei overflatedesinfiserte frøa var det i tillegg ein *Sirococcus* koloni og fire andre koloniar (identiske, ikkje identifiserte) (sjå Fig. 3).

Overflatedesinfisering var altså effektivt for å få bort mesteparten av *Penicillium* sp., men sidan det ikkje er vanleg praksis å overflatedesinfisera eller beisa granfrø var eit par observasjonar vi gjorde av skålene med ubehandla frø urovekkjande. For det fyrste såg røtene klart kortare ut på frø som spirte der det var *Penicillium* sp. (Figur 3 og 5). For det andre var det tydeleg at røtene søkte bort frå soppen. Heile 43 av totalt 93 spirte ubehandla frø (46 %), hadde røtene opp i lufta (Figur 6). På dei fleste som hadde røtene ned i soppen, var det tydeleg at dei hadde stagnert, bortsett frå nokre få som hadde klart å veksa ned i agaren og bort frå soppen (Figur 7). Dette fenomenet vert fylgd opp vidare i nye forsøk.

På både overflatedesinfiserte frø (92 % spirte) og ubehandla frø (93 % spirte) målte vi lengda på alle frøplantene frå rotspiss til like under frøkapsel eller like under nålekransen der frøkapselen hadde byrja losna/flytta seg. Frøplantene var signifikant kortare frå dei ubehandla frøa samanlikna med spirene frå dei overflatedesinfiserte frøa. I gjennomsnitt var dei høvesvis 1,3 cm (+/-standardavvik = 0,4) og 3,4 cm (+/- standardavvik = 0,8) lange ($P < 0,001$).

Test II:

Det vart sådd totalt 1600 frø der halvparten var overflatedesinfiserte og dei resterande ubehandla. Frå kvar kategori vart halvparten av frøa sådd i autoklavert (steril) jord og resten i ubehandla jord. Autokla-



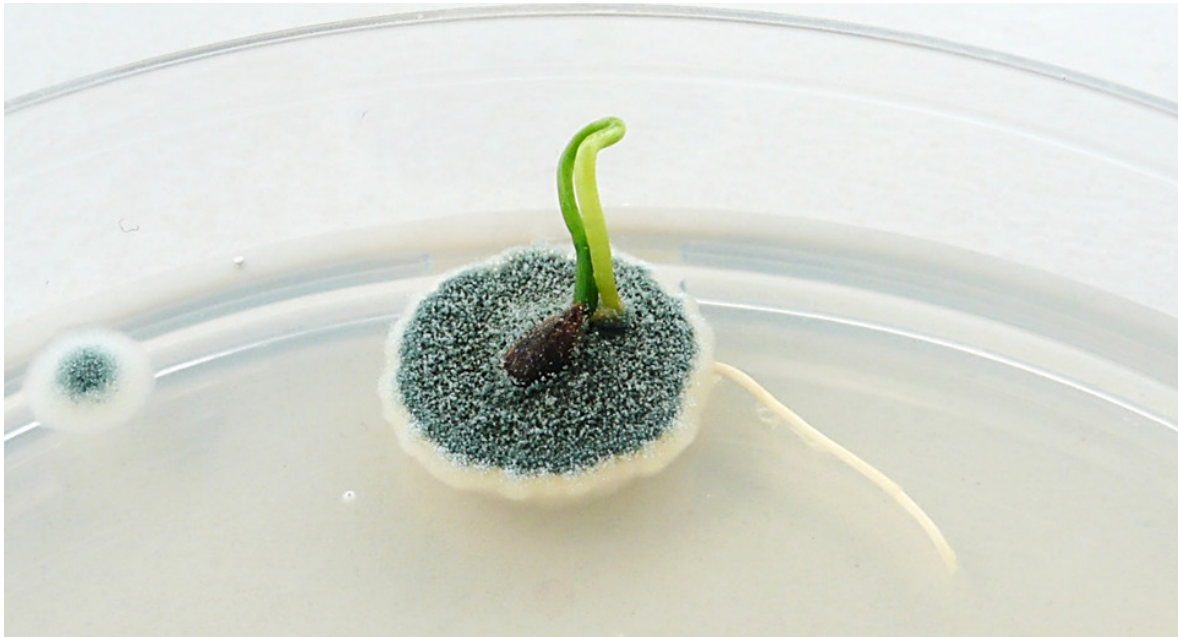
Figur 5. To av skålene frå Figur 3. Legg merke til dei lange, friske spirene i skåla til venstre (overflatedesinfiserte), medan dei ubehandla frøa er dekkja av *Penicillium* sp. og enten har korte spirer eller ikkje har spirt (høgre). I tillegg har røtene på eit par av dei som har spirt søkt opp i lufta (sjå nærbilete i Figur 6). Foto: Erling Fløistad



Figur 6. Normal spire på eit overflatedesinfisert frø (venstre) og unormal spire (rota opp og toppen ned i soppkolonien) på eit ubehandla frø der det var vekst av *Penicillium* sp. Foto: Erling Fløistad

vert jord vart inkludert for å eliminera evt. innverknad av soppar i jorda. Frøa vart sådde i bærkorgar (hol i botn) med 25 frø per korg (totalt 64 korgar). Korgene vart sett i tette plastbrett (å fire korgar) og vatning vart gjort på bretta ved behov (undervatning). Brettar vart fordelte i fire blokker (å fire brett) der kvar blokk

hadde eit brett med overflatedesinfiserte frø sådd i ubehandla jord og eit brett med overflatedesinfiserte frø sådd i autoklavert jord i tillegg til tilsvarande for ubehandla frø. Brettar vart randomiserte innan blokk. Forsøket føregjekk i eit vekstrom ved $16 \pm 1^\circ\text{C}$ og kunstig vekstlys.



Figur 7. Her har rota klart å koma ned i agaren og bort frå *Penicillium*-kolonien og dermed utvikla seg fint, men toppen ligg fast i soppkolonien. Foto: Venche Talgø

Spiring og utvikling gjekk sakte, noko som truleg skuldast den relativt låge temperaturen. Etter sju veker vart tal friske planter registrert og alle daude og sjuke frøplanter vart lagt til inkubering dekkja med lett fukta filterpapir og plast. Ingen skilnadar vart observerte mellom dei ulike behandlingane.

Det var generelt god spiring samanlikna med det som var rapportert frå planteskulen. Kanskje dette hadde å gjera med ugunstig temperatur for soppvekst. Dei fleste soppar har optimal vekst ved over 20 °C. Totalt hadde 1452 av 1600 frø (91 %) spirt. Av dei spirte var 102 (6 %) daude eller sjuke, av desse igjen var heile 46 stk. frå overflatedesinfiserte frø. På 77 av dei 102 skadde frøplantene (76 %) vart det funne *Penicillium* sp. (Figur 8), medan *Sirococcus* vart funnen på åtte av dei (Figur 9). Det vart også funne litt *Cladosporium* sp. og *Trichoderma* sp. Sidan *Penicillium* sp. også vart funnen på mange planter frå overflatedesinfisert frø, kan vi ikkje sjå bort frå at soppen kan ha spreidd seg mellom bretta frå planter som vaks opp frå infiserte frø, då *Penicillium* spp. sporulerar og spreiar seg lett.

ANALYSE AV FRØPLANTER FRÅ GRANFRØPARTI NR. F07-060 I 2017

Våren 2017 fekk vi 20 skadde frøplanter av frøparti F07-060 frå skogplanteskulen der det i 2016 vart rapportert om låg utbytte frå dette frøpartiet. Dei hadde alle identiske symptom med gulnande toppar under frøskala som alle hang på, men rot og stengel var frisk, så dei hadde ikkje kollapsa. Etter fire dagars inkubering vart dei undersøkte for soppvekst. På 18 av plantene vart det funne sporehus av *Sirococcus*

sp. (Figur 10). På fem av plantene var det i tillegg ein *Cladosporium* sp. (sekundær), men ingen *Penicillium* sp. Det siste er litt underleg med tanke på Test I og II av det same frøpartiet, men berre 20 planter med identiske symptom som er plukka ut blant tusenvis av frøplanter treng ikkje vera representativt. Vi kjenner heller ikkje til fukttilhøva dei spirte under. Kanskje *Penicillium* sp., som stort sett ligg utanpå frøa, er avhengig av høg luftfukt, medan *Sirococcus* sp., som sit inni frøet, veks rett inn i vevet til frøplantene under spiring.

TILTAK MOT FRØOVERFØRTE SOPPAR

Vi har så langt ikkje noko klart bilete av skadepotensialet til *Penicillium*-artar på granfrø når dei vert sådd i jord, men med tanke på dei unormale, korte spirene vi såg på agar og dårleg spiring ved praktisk dyrking, kan det vera grunn til å vurdere beising av frø, spesielt frå frøparti der spireprosenten er låg. Beising vil også i høg grad vera aktuelt mot andre frøoverførte soppar, ikkje minst *Sirococcus*, som vi veit kan spreia seg frå infiserte frøplanter og gi skade vidare i småplanteproduksjonen. Det er relativt lett og lite kostnadskrevjande å behandla frø samanlikna med tiltak mot desse sjukdomane etter at dei har spreidd seg i produksjonen. Einaste forsøka vi har å byggja på så langt innan beising av bartrefrø kan lesast om i Høst *et al.* (2012). Der hadde mellom anna handelspreparatet Signum, med dei verksame stoffa boskalid og pyraklostrobin, god effekt mot soppen *Sydowia polyspora* på frø av alpefuru (*Pinus mugo* var. *rotundata*), utan å øydeleggja spireevne.



Figur 8. *Penicillium* sp. (blåleg mycel med sporeproduksjon) på inkuberte frøplanter etter spireforsøket av frøparti nr. F07-060 av gran (*Picea abies*) i jord. Foto: Venche Talgø



Figur 9. Sporehus (svarte prikkar) av *Sirococcus* på stengel av frøplante av vanleg gran (*Picea abies*) i spireforsøk av frøparti nr. F07-060 (venstre). Til samanlikning syner biletet til høgre sporehus av *Sirococcus* sp. på ei grankongle plukka på bakken i eit skogholt i Ås, Akershus i juni 2017. Foto: Venche Talgø



Figur 10. Brune toppar på 20 frøplanter av frøparti nr. F07-060 av vanleg gran (*Picea abies*) etter såing i ein skogplanteskule. Skaden skuldast ein *Sirococcus* sp. Legg merke til dei små, mørke sporehusa (blå piler) av soppen på dei nedste bileta av tre utvalde blant dei 20 sjuke frøplante. Foto Venche Talgø

TAKK

Vi vil takka Kimen Såvarelaboratoriet AS for hjelp i samband med utlegging og inkubering av frø på agar og Trude Slørstad, NIBIO for teknisk hjelp med spireforsøket. Arbeidet vart finansiert gjennom NFR prosjektet Friske granplanter til foryngelse av skog (FriskGran) (NFR 234217).

LITTERATUR

- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition, APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 218 s.
- Brodal, G., Bye, H.R., Stensvand, A. & Talgø, V. 2014. *Sydowia polyspora* kan redusere spiring av stratifiserte frø. Nåledrys 90:37-38.
- Butin, H. 1995. Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest and amenity trees. Oxford University Press. 252 s.
- Høst, E., Talgø, V., Brodal, G., Bye, H.R. & Stensvand, A. 2012. Beising mot frøoverførte sopper på bartrær. Nåledrys 79: 37-39.
- Mittal, R.K. & Wang, B.S.P. 1986. Emergence failure and top decay in white spruce germinants due to three fungi. Can. Plant Dis. Surv. 66(1):5-7.
- Nef, L. & Perrin, R. 1999. Damaging Agents in European Forest Nurseries. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, CG-11-98-891-EN-C. 352 s.
- Talgø, V. & Stensvand, A. 2015. Ny skadegjerar på nobeledelgran. Nåledrys 93:36-37.
- Yamaji, K., Fukushi, Y., Hashidoko, Y., Yoshida, T. & Tahara, S. 2001. *Penicillium* fungi from *Picea glehnii* seeds protect the seedlings from damping-off. New Phytologist 152:521-531.

FORFATTERE:

Venche Talgø, Guro Brodal, Inger Sundheim Fløistad og Gunn Mari Strømeng

venche.talgo@nibio.no, guro.brodal@nibio.no,
inger.floistad@nibio.no, gunn-mari.stromeng@nibio.no