

3
/ 99



Rapport

fra skogforskningen

Norsk institutt for skogforskning, Høgskolevn. 12, 1432 Ås
Institutt for skogfag, NLH, Postboks 5044, 1432 Ås

Sporespredning hos rotkjuke (*Heterobasidion annosum*) i Rana og Saltdal



Halvor Solheim

Rapport fra skogforskningen

- ✓ **Rapport fra skogforskningen** inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (NISK) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for skogfag, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på NISK. Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til NISK.

Redaktør for serien er
ass.direktør Bjørn R. Langerud, NISK

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng, NISK

ISBN 82-7169-893-1
ISSN 0803-2858

Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Høgskoleveien 12,
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00
Fax: 64 94 29 80
E-post: nisk@nisk.no
Internett: <http://www.nisk.no/>

*Forside: Petriskåler og granskiver utplassert for
sporefangst av rotkjuke.*
Foto: Halvor Solheim

**Sporespredning hos rotkjuke (*Heterobasidion annosum*) i
Rana og Saltdal**

Halvor Solheim



Forord

Dette arbeidet kom i stand etter initiativ fra Fylkesmannens Landbruksavdeling, seksjon skogbruk i Nordland, FML-skog, ved Jaap Buitink. Det ble finansiert av Fylkesmannen i Nordland, Helgeland Skogselskap og Norsk institutt for skogforskning, NISK. Feltarbeidet ble utført av Jaap Buitink, Olav Pettersen, Landbrukskontoret i Rana, Viggo Johanssen, FML-skog, Cato Johansen og Ole-Bendik Bendiksen, Saltdal kommune. Laboratoriearbeidet ble utført av Sigrun K. Lindblad og Olaug Olsen, NISK. Værobservasjonene er henta fra Det norske meteorologiske institutts værstasjoner i Rana og Saltdal. Alle personer og institusjoner takkes for all hjelp.

Sammendrag

SOLHEIM, H. 1999. Sporespredning hos rotkjuke (*Heterobasidion annosum*) i Rana og Saltdal. Rapport fra skogforskningen 3/99: 1-9.

Sporespredning hos rotkjuke ble undersøkt på tre lokaliteter i Rana og tre lokaliteter i Saltdal sommeren 1996. Ferske stammeskiver av gran og Petri skåler med spesialagar ble brukt som substrat for sporefangst. Skiver og skåler ble plassert inne i granbestand og i bestandskant fem ganger i Saltdal og seks ganger i Rana i juni-august. De to siste gangene ble stammeskiver og skåler også plassert på åpne plasser ca 100-200 m fra bestandskanten på lokalitetene i Rana. Kolonier med rotkjuke ble registrert på stammeskiver og skåler omtrent i like stort omfang på alle lokalitetene i Rana. Infeksjonsfrekvensen for rotkjuke varierte fra ca 0,5 sporeinfeksjoner til ca 12 sporeinfeksjoner per dm² per time. Det var liten forskjell om stammeskivene og skålene var plassert inne i bestandet, i bestandskanten eller på en åpen plass 100-200 m fra bestandskanten. Det var god korrelasjon ved bruk av stammeskiver og Petri skåler med spesialagar som medium.

I Saltdal ble det ikke funnet rotkjukekolonier hverken på stammeskiver eller i skåler. Det var rikelig med andre sopp- og bakteriekolonier i skålene om enn ikke så mye som i Rana, opp mot 1600 kolonier per dm² per time i Saltdal mot 4000 per dm² per time i Rana.

Denne undersøkelsen har vist at det er rikelig med rotkjukesporer i lufta om sommeren i Rana. Potensialet for videre spredning til Saltdalen er således stort. Antallet registreringer i denne undersøkelsen er kanskje ikke stort nok til helt sikkert å fastslå at rotkjukesporer ikke spres til Saltdal. Sjøl om det ellers er rapportert om sporespredning hos rotkjuka over lange avstander så er slik spredning trolig vanskelig over fjellområder.

Nøkkelord: rotkjuke, sporespredning

Rapport fra skogforskningen

Innhold

1. Innledning	4
2. Materiale og metode.....	5
3. Resultater.....	6
3.1. Værobservasjoner.....	8
4. Diskusjon.....	9

1. Innledning

Råte er et stort problem for gran [*Picea abies* (L.)Karsten]. I en landsomfattende råtetelling i forbindelse med foryngelseshogster vinteren 1992 hadde 26,8 % av grantrea råte (Huse m. fl. 1994). Nordland lå over landsgjennomsnittet med 29,3 % råte. For Nordlands del er det et skille ved Saltfjellet. Sør for Saltfjellet er det tildels meget høye råtefrekvenser, mens det nord for Saltfjellet (inkludert Troms) ble funnet lave råtefrekvenser (Huse m.fl. 1994).

To forhold er avgjørende for den store forskjellen i råtefrekvens nord og sør for Saltfjellet; 1) granskogens etablering og utbredelse, og 2) hvilke råtesopper som er tilstede.

Ut fra pollenanalyser har Hafsten (1991) beskrevet granas innvandring i Norge fra Trøndelag og sørover. De eldste funn er fra Lierne i Trøndelag og dateres til rundt 500 f.Kr. Derfra har den spredt seg sørover i Trøndelag og nordover i Nordland. Pollenanalyser i Nordland indikerer imidlertid at spredningen av gran ikke gikk suksessivt fra sør mot nord, men at det ble etablert tilfeldige, lokale granbestand (Mørkved 1990). Eldst er granskogen i området fra Mosjøen til Hemnes hvor granetableringa skjøt fart i tidsrommet 600-800 e.Kr., mens etableringa i Rana skjedde nesten tusen år senere, 1500-1600 e.Kr. Med unntak av et par små lokale forekomster (Ruden 1949) er all granskog nord for Saltfjellet planta og det er gjerne første generasjons granskog.

I Norge er det tre viktige råtesopper på gran, honningsopp (*Armillaria* spp.), rotkjuke (*Heterobasidion annosum*) og toppråtesopp (*Stereum sanguinolentum*) (Solheim & Venn 1992). Sør for Saltfjellet er disse tre råtesoppene vanlige med rotkjuka som den dominerende. Nord for Saltfjellet er både honningsopp og toppråtesopp veletablerte i granbestand, mens rotkjuka er fraværende (Solheim 1995).

Rotkjukas spredningsmønster er beskrevet bl.a. av Solheim (1990). Primær spredning skjer ved sporer som kan infisere i ferskt blottlagt trevirke slik som sår eller stubbesnittflater. Videre spredning skjer fra infiserte stubber/røtter via rotkontakt til levende tre. I veletablert granskog spres rotkjuka på begge måter. I områder eller bestand som ikke har rotkjukeråte må etablering av rotkjuke skje ved sporespredning.

De fleste råtesopper har tynnveggede sporer med forholdsvis kort levetid. De har evnen til å spres over lange avstander, men de har ikke lang overlevelsestid. Som kompensasjon sprer de imidlertid ut enorme mengder med sporer (Ingold 1971). Under gunstige betingelser kan sporene nå svært langt og likevel bevare sin spiredyktighet. Noen undersøkelser er gjort for å finne ut hvor langt rotkjukesporer kan spres. Undersøkelser er gjort på øyer som ligger langt fra nærmeste kjente rotkjukekilde og ombord på båter. Rishbeth (1959) samla rotkjukesporer bl.a. på Shetland og Malta, hvor nærmeste mulige kilde kunne være opp til 290 km unna. Som en kuriositet kan nevnes at han også samla rotkjukesporer ombord på båter utafor Måløy og Trondheim. Kallio (1970) plasserte sporesamlere på Kalbådagrund fyrlykt ute i Finskbukta og samla sporer ved to tidspunkt med litt forskjellig vindretning. I den første perioden måtte sporene ha kommet fra de Baltiske stater eller fra øyer langt sør i Østersjøen mellom 50-500 km unna. I den andre perioden

kunne de ha kommet fra øyer i Østersjøen eller fra Sør-Sverige 70-500 km unna. I alle disse tilfella er sporene samla slik at en har sett om de var spiredyktige.

Granskoger nord for Saltfjellet ligger langt fra naturlige infeksjonskilder og sporer må spres over fjell. I sør stenger Saltfjellet, men det er ikke mer enn ca 50 km i luftlinje fra Dunderland i Rana til Storjord i Saltdal. Mot øst og sør-øst må også sporer spres over fjell fra Sverige, men da er avstanden lenger.

Hensikten med denne undersøkelsen var å finne ut om det er mye rotkjuke sporer i lufta i granskoger i Rana og om nedfall av rotkjuke sporer kan registreres i Saltdal.

2. Materiale og metoder

I Rana kommune ble det valgt ut 3 granbestand (Fig. 1) i tynningsalder (25-40 år):

- 1) Røssvoll, like ved Mo flyplass, i svakt hellende terreng mot sørvest, kartref. UTM 33W VP 692 613.
- 2) Granheia, ca 4 km sørøst for felt 1, i flatt terreng, kartref. UTM 33W VP 712 579.
- 3) Dunderland, ca 25 km nordøst for Røssvold, i flatt terreng, kartref. UTM 33W VP 932 712.

I Saltdal kommune ble det valgt ut 3 bestand (Fig.1) med planta gran ved samme alder:

- 1) Halsmoen, ca 1,5 km nordøst for Rognan sentrum, i hellende terreng mot nordvest, kartref. 33W WQ 158 438.
- 2) Potthus, sør for Røklund, i sterkt hellende terreng mot vest, kartref. 33W WQ 140 293.
- 3) Bleiknes, mellom Bleiknes og Bleiknesmo, i hellende terreng mot vest-nordvest, kartref. 33W WQ 135 204.

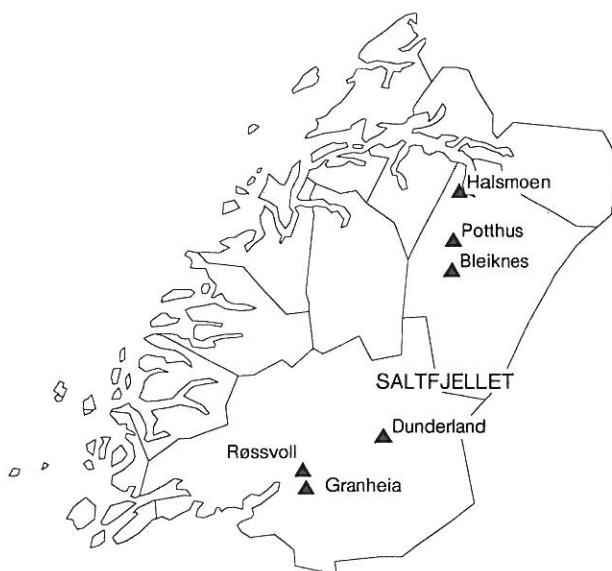


Fig. 1.
De seks lokalitetene i Rana og Saltdal hvor sporenedfall ble registrert.

I hver av disse 6 felte ble det valgt ut to steder, ett inne i bestandet (senere benevnt som bestand) og ett i bestandskanten ut mot en åpning (senere benevnt som bestandskant), hvor substratene for sporeinnsamling skulle plasseres. På hvert sted ble 2 stammeskiver og 6 Petri skåler (3 for hver av eksponeringstidene) plassert. Stammeskivene ble etter eksponeringen pakket inn i plastposer, mens Petri skålene ble forsegl og pakket i plastposer før forsendelse til Ås. Stammeskivene sto ca ei uke i romtemperatur før de ble undersøkt for rotkjukekolonier. Da ble et areal på 1 dm² avtegna på skivene og det ble lett etter rotkjukekolonier i binokularlupe. Koloniene ble merka og telt. Petri skålene sto 1-2 uker i romtemperatur før soppkolonier ble telt. Bare rotkjukekolonier ble skilt ut fra andre sopp- og bakteriekolonier.

I Rana ble det ved de to siste innhøstingene (i august) også gjort innsamlinger fra større åpne plasser i tilknytning til granbestand:

- 1) Røssvoll, ca 200 meter fra feltet og ca 100 m fra nærmeste skogkant.
- 2) Granheia, ca 300 m fra feltet og ca 200 m fra nærmeste skogkant.
- 3) Dunderland, ca 1,5 km fra feltet, ca 100 m fra nærmeste skogkant (blandingsskog).

Som sporesubstrat ble det brukt to forskjellige metoder:

- 1) nyskårne stammeskiver av gran, vel 1 dm² store og ca 1 cm tykke som ble eksponert i 2 timer i Rana og ett døgn i Saltdal.
- 2) agar medium spesielt for rotkjukevekst utarbeidet av Kuhlman & Hendrix (1962): 5 g peptone, 20 g agar, 0,25 g MgSO₄, 0,5 g KH₂PO₄, 190 ppm PCNB (pentakloronitrobenzen), 100 ppm streptomycin, 2 ml melkesyre (50 %), 20 ml etanol (95 %), 1000 ml vann. Mediet ble helt ut i plastikk Petri skåler med en diameter på 88 mm. Disse skålene ble eksponert i luft i 5 og 10 minutter i Rana og 30 og 60 minutter i Saltdal.

I Rana ble undersøkelsene foretatt den 13. og 20. juni, 11. og 15. juli, og 26. og 28. august. Den 13. juni ble stammeskiver og skåler satt ut på ettermiddagen på Røssvold, mens de ble hentet inn ved 10 tida om kvelden i Dunderland. Ellers ble stammeskivene/skålene satt ut på formiddagen på Røssvoll og Granheia og like etter lunsj ved Dunderland. I Saltdal ble skiver og skåler satt ut den 19. juni, 10. og 31. juli, og 12. og 15. august. Sopp- og bakteriekolonier utenom rotkjuke ble ikke telt etter innsamling den 19. juni i Saltdal.

3. Resultater

På felte i Rana ble det registrert endel kolonier av rotkjuke på stammeskivene. For alle tre felte sett under ett var det mye nedfall av spiredyktige rotkjukesporer ved første og siste måling (Fig. 2). Det var visse forskjeller mellom felte. På Røssvoll var det forholdsvis lite rotkjukesporer den første innsamlingsdagen, den 13. juni, mens det var lite rotkjukesporer den siste innsamlingsdagen ved Dunderland. Det var ingen forskjell i nedfallet av rotkjukesporer om målingene ble foretatt inne i

bestandet eller i bestandskanten, og heller ikke om de ble foretatt mer enn 100 m unna bestandskant (Fig. 2). På det meste ble det registrert ca 8 rotkjukekolonier per dm^2 per time.

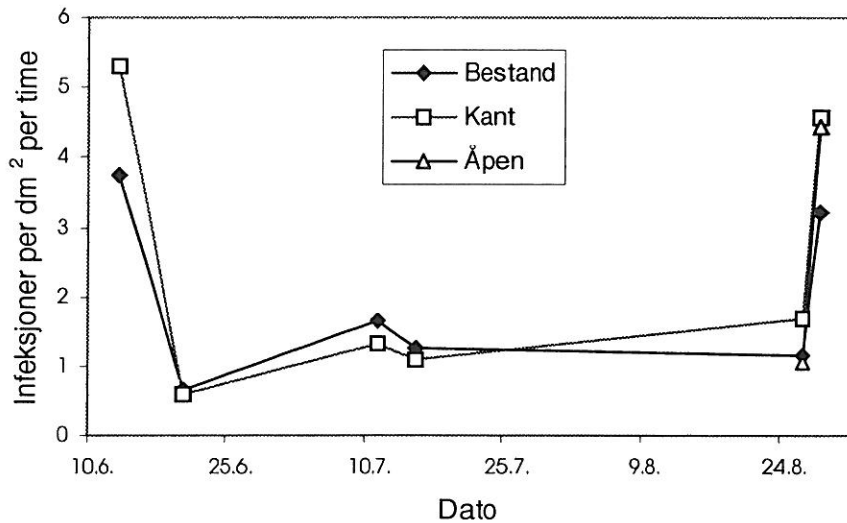


Fig. 2. Rotkjukeinfeksjoner på stammeskiver av gran for lokalitetene Røssvoll, Granheia og Dunderland i Rana. Skiver ble utplassert ved seks tidspunkt i juni-august 1996.

I Petri skålene med spesialagar ble det som oftest registrert få rotkjukekolonier i hver skål. Tidsintervallet for eksponeringen var kortere her enn for stammeskivene så ved omgjøring til infeksjoner per dm^2 per time ble det likevel omtrent det samme antall infeksjoner i skålene som på stammeskivene (Fig. 3). Det var signifikant god korrelasjon mellom oppvekst av rotkjukekolonier på stammeskiver og i skåler ($R=0.68$). I skålene var det som oftest store mengder med andre kolonier, opp til 4000 kolonier per dm^2 per time.

I Saltdal ble det ikke funnet rotkjukekolonier, hverken på stammeskiver eller i skåler. I skålene var det også her rikelig med kolonier av andre sopper, opptil 1600 infeksjoner per dm^2 per time på det meste. Det var imidlertid jevnt over færre sopp- og bakteriekolonier i Saltdal enn i Rana.

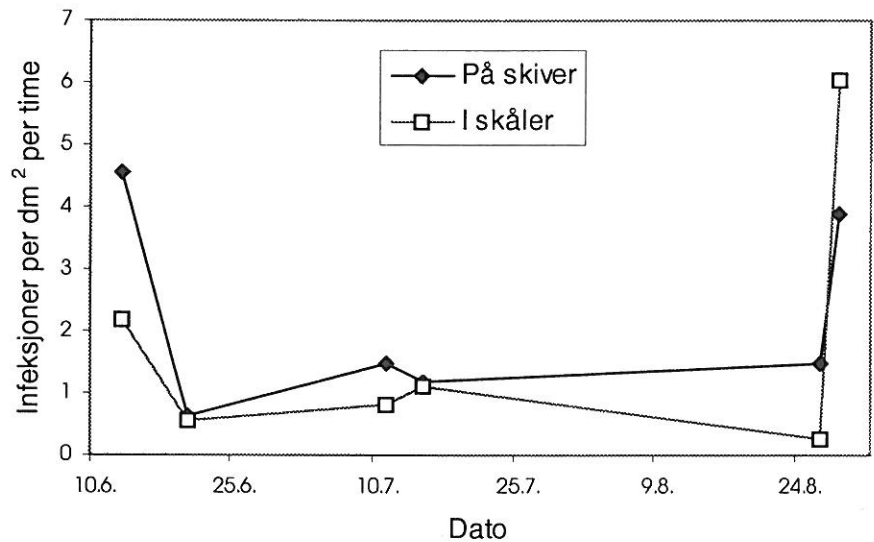


Fig. 3. Rotkjukeinfeksjoner på stammeskiver av gran og i skåler med spesialagar for felta i Rana samla. Skiver og skåler ble utplassert ved seks tidspunkt i juni-august 1996.

3.1. Værobservasjoner

Værstasjonen i Rana (Båsmoen) hadde driftsstans deler av august (1-4, 17-31) og målte da bare nedbør. For om mulig å få med regionale trender i siste halvdel av august ble det også henta inn opplysninger fra værstasjonene på Vega og Majavatn.

Siden det ble registrert rotkjukesporer i lufta bare i Rana og det i tillegg var av størst interesse å finne ut hvordan været var i det området som rotkjukesporene slippes ut så gis det en kort oppsummering av værobservasjonene i Rana.

Vindretningen var variabel i de dagene sporeregistreringer ble foretatt, men nordlige vinder dominerte. I tre perioder var det innslag av sørlig til vestlige vinder; 15 juli, i månedsskifte juli-august og midt i august. Vindstyrken var som oftest svært svak, fra stille til lett bris. Middelttemperaturene var lave både i juni og juli, som oftest mellom 8 og 13°C i juni og 10-16°C i juli. I august ble det imidlertid bedre vær i hele Nordland med høyere temperaturer og høyere lufttrykk enn i juni og juli.

4. Diskusjon

Opplysninger om sporespredning kan fås på flere måter. Bjørnekjær (1938) og Haraldstad (1961) undersøkte sporeutslipp hos fruktlegemer av rotkjuke ved å holde papir eller glass med vannråper under fruktlegemene. Etter at Rishbeth (1951) fant at den vanligste spredningsmåten for rotkjuke var sporeinfeksjoner på stubbesnittflater har stubber ofte blitt brukt som medium for å registrere infeksjoner. Disse har i tillegg til å vise sporeinfeksjoner også kunnet gi informasjon om faktisk etablering i stubbene og videre spredning i bestandet. For å undersøke ren sporespredning for rotkjuke har ferske stammeskiver av gran eller furu vært vanlig (Rishbeth 1959, Kallio 1970), men det er også utvikla spesielle vekstmedier som hemmer veksten av alle sopper slik at de ikke sprer seg utover i vekstmediet, men forblir i små kolonier (Kuhlman & Hendrix 1962, Kuhlman 1966).

Valg av medium for oppsamling av rotkjukesporer ser ikke ut til å spille så stor rolle. I denne undersøkelsen var bruk av granskiver og spesialagar som innsamling-medium likeverdige, noe også Kallio (1970) fant. De reelle tallene for kolonier på granskiver kan være underestimert da det bare var oppvekst på ytevedandelen av skivene, mens hele skiva ble regna med i arealet.

Bjørnekjær (1938) og Haraldstad (1961) fant at fruktlegemene kunne slippe ut sporer hele året utenom frostperioder. Haraldstad (1961) og Kallio (1970) mente at temperaturen er den viktigste faktoren for sporefrigjøring; mest sporer slippes ut om sommeren, minst ved lave temperaturer høst og vår. Om vinteren fant Kallio (1970) at ingen sporer ble spredd. De fleste undersøkelser av stubbeinfeksjoner har vist en lignende sesongmessig variasjon som sporeutslippene har vist. Det er lite eller ingen stubbeinfeksjoner om vinteren, mye i godværsperioder om sommeren (Yde-Andersen 1962, Reynolds & Craig 1968, Meredith 1959, Kallio 1970, Schönhar 1975, 1980, Johansson 1993, Solheim 1994).

I Rana ser det ut til å være en jevn spredning av sporer i sommermånedene. Spredningstoppen den 13. juni kan godt være forårsaka av at det den dagen ble gjort innsamling på kvelden. Det var forholdsvis lite sporer på Røssvoll hvor skivene/skålene ble satt ut på sen ettermiddag, forholdsvis mer på de to andre stedene hvor undersøkelsen pågikk utover kvelden. Fra undersøkelser i Finland vet vi at det er minst sporer i lufta om dagen, økende utover kvelden med en topp ved midnatt eller litt senere (Kallio 1970). Toppen sist i august kan derimot være forårsaka av den generelle godværsperioden som var på den tiden. Både norske og svenske undersøkelser har vist at de høyeste infeksjonsfrekvenser av rotkjukesporer på stubbesnittflater fås i godværsperioder (Johansson 1993, Solheim 1994).

Ved de fleste tidspunkter var det en infeksjonstetthet på rundt 1 spore per dm^2 per time. Hvordan dette ligger i forhold til andre undersøkelser er vanskelig å si da det som oftest er brukt andre målemetoder, men Kallio (1970) fikk lignende resultat i en skog i Helsinki, varierende fra 0,4 til 5,0 sporer per dm^2 per time. Med en sporeinfeksjonsfrekvens på 1 spore per dm^2 per time vil de fleste stubbene som blir blottlagt i skogen om sommeren i Rana kunne bli truffet av rotkjukesporer.

Sporetettheten var den samme inne i bestanda som i bestandskanten. Og den lå på samme nivå også på åpne plasser 100-200 m unna skogkantene. At sporer flyr avgårde flere hundre meter i samme tetthet er litt overraskende. Kallio (1970) fant mange flere sporeavsetninger på granskiver som var plassert inne i ett bestand i

Helsinki enn på en åpen plass ca 60 m fra nærmeste bestand, mens Möykkynen et al. (1997) fant sterkt avtagende antall sporeinfeksjoner allerede 100 m fra sporekilder. På den annen side, som nevnt i innledningen, så er sporer av rotkjuke fanget mange kilometer fra nærmeste mulige infeksjonskilde, fra 50 til 300 km (Rishbeth 1959, Kallio 1970).

Det ble ikke funnet rotkjukesporer i Saltdal. Sjøl om det er rikelig med sporer i lufta i bestand og i den umiddelbare nærhet i Rana så kan det tenkes at langdistansespredningen i Nordland er forholdsvis dårlig. Nå må det tilføyes at materialet er noe spinkelt til å kunne dra bastante slutninger om mulig spredning over Saltfjellet. Undersøkelsen pågikk bare i en sesong og kun to ganger med prøvetaking i Saltdal var det sørlige vinder som kunne ha ført sporer over Saltfjellet fra Rana. Likevel kan det synes som om rotkjukesporer vanskelig lar seg frakte over fjellområder. Stenlid et al (1998) fant at det tilsynelatende var lite slektskap mellom to isolater fra Sør-Tyskland og Sveits noe som kan tyde på at spredning i fjellområder er problematisk.

Litteratur

- Bjørnekjær, K. 1938. Undersøkelser over nogle danske poresvampers biologi, med særligt hensyn til deres sporefældning. *Friesia* 2: 1-41.
- Hafsten, U. 1991. Granskogens historie i Norge under opprulling. *Blyttia* 49: 171-181.
- Haraldstad, A. R. 1961. Investigations on *Fomes annosus* in Høyianskomplekset, South-western Norway. *Nytt Mag. Bot.* 9: 175-198.
- Huse, K.J., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. *Rapp. Skogforsk* 23/94: 1-26.
- Ingold, C.T. 1971. *Fungal spores. Their liberation and dispersal.* Clarendon Press. Oxford. 302 sider.
- Johansson, M. 1993. Avoiding infection of thinning stumps by *Heterobasidion annosum*. S. 167-170 i: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M-L. (eds.) *Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors.* Finn. For. Res. Inst. Res. Pap. 451.
- Kallio, T. 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For. Fenn.* 107: 1-55.
- Kuhlman, E.G. 1966 Recovery of *Fomes annosus* spores from soil (Abstr.) *Phytopathology* 56: 885.
- Kuhlman, E.G. & Hendrix, F.F.Jr. 1962. A selective medium for the isolation of *Fomes annosus*. *Phytopathology* 52: 198-201.
- Meredith, D.D. 1959. The infection of pine stumps by *Fomes annosus* and other fungi. *Ann. Bot.* 23: 455-476.
- Mørkved, B. 1990. Granskogens historie i Nord-Norge. Pp. 24-30 in: Sveli, A. (ed). *Skogbruk i Nord-Norge - streiftog gjennom historien -.* Nord-Norges Skogmannsforbund. 2. utg. 1990. Mosjøen.
- Möykkynen, T., von Weissenberg, K. & Pappinen, A. 1997. Estimation of dispersal gradients of S- and P-type basidiospores of *Heterobasidion annosum*. *Eur. J. For. Path.* 27: 291-300.

- Reynolds, G. & Craig, H. M. 1968. Seasonal variation in infection of Douglas-fir logs and stumps by *Fomes annosus*. Can. Dept. For., Bi-monthly Res. Notes 24(6): 6-7.
- Rishbeth, J. 1951. Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian Pine Plantations. II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in stumps. Ann. Bot. 15: 1-21.
- Rishbeth, J. 1959. Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. Trans. Brit. mycol. Soc. 42: 243-260.
- Ruden, T. 1949. Trekk fra Nord-Norges skoger. S. 224-243 i: Kierulf, T. (red.) Det norske skogselskap gjennom 50 år. Det norske skogselskap. Oslo.
- Schönhar, S. 1975. Zur Besiedlung frischer Fichtenstubben in Fichten-Erstaufforstungen durch *Fomes annosus*. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 146: 177-179.
- Schönhar, S. 1980. Untersuchungen über die Infektion frischer Stubben in Fichten-Erstaufforstungen durch *Fomes annosus* während der Wintermonate. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 151: 153-154.
- Solheim, H. 1990. Rotkjukas biologi. Norsk Skogbruk 36(6): 24-26.
- Solheim, H. 1994. Infeksjon av rotkjuke på granstubber til ulike årstider og effekten av ureabehandling. Rapp. Skogforsk. 3/94: 1-10.
- Solheim, H. 1995. Råte i nord-norske granskoger. Norden 99(12): 4-6
- Solheim, H. & Venn, K. 1992. Råte. S. 216-223 i: NISK 1992: Norsk Institutt for skogforskning - 75 år. Rapp. Skogforsk. 12/92.
- Stenlid, J., Kammiovirta, K., Karjalainen, R., Karlsson, J-O., Korhonen, K., Solheim, H. & Thomsen, I. 1998. Genetic variation among European S- and P-group populations of *Heterobasidion annosum* assessed by arbitrary priming. S. 75-84 i: Root and butt rots of forest trees. 9th International conference on root and butt rots, Carcans-Maubuisson (France), Sept. 1-7, 1997. Ed. INRA, Paris, 1998.
- Yde-Andersen, A. 1962. Seasonal incidence of stump infection in Norway spruce by air-borne *Fomes annosus* spores. For. Sci. 8: 98-103.

Rapport fra skogforskningen

Utkommet 1999:

- 1/99: Per Otto Flæte og Bohumil Kucera: Virkesegenskaper til mellomeuropeiske og norske granprovenienser plantet i Østfold.
- 2/99: Stein Magnesen: To proveniensforsøk med engelmannsgran på Vestlandet.