



Rapport fra  
Research paper of

# SKOGFORSK

3/94

NORSK INSTITUTT FOR SKOGFORSKNING / Norwegian Forest Research Institute  
INSTITUTT FOR SKOGFAG, NLH / Department of Forestry, Agricultural University of Norway

## Infeksjon av rotkjuke på granstubber til ulike årstider og effekten av ureabehandling

*Seasonal infection of Heterobasidion annosum on stumps of Norway spruce and surface coating with urea*



Av Halvor Solheim

1432 Ås

Forsidebilde: Ferske granstubber infiseres ofte av rotkjuke. Ureabehandling (innfelt) gir imidlertid god beskyttelse. (Fotos: Svein Grønvold og Inge Ryen ø.t.h.)

## **Infeksjon av rotkjuke på granstubber til ulike årstider og effekten av ureabehandling**

*Seasonal infection of Heterobasidion annosum on stumps of Norway spruce and surface coating with urea*

Halvor Solheim  
Seksjon skogøkologi  
Norsk institutt for skogforskning  
N-1432 ÅS

### **Sammendrag**

Solheim, H. 1994. Infeksjon av rotkjuke på granstubber til ulike årstider og effekten av ureabehandling. (*Seasonal infection of Heterobasidion annosum on stumps of Norway spruce and surface coating with urea*). Rapp. Skogforsk. 3/94: 1-10.

I perioden juni 1988 - mai 1990 ble 15 felter lagt ut i tynningsbestand i granskog for å undersøke infeksjon av rotkjukesporer på stubbesnittflatene til ulike årstider. På tre av feltene ble det i tillegg behandlet med urea for å undersøke virkningen av dette stoffet. Feltene ble høstet ett til to år etter anlegg.

Infeksjon av rotkjuke på granstubbene varierte med årstid. Vintertynningene som ble utført i milde, snøfrie perioder ga infeksjonsfrekvenser mellom 2% og 16%. På felter tynnet om sommeren ble mellom 5% og 85% av stubbene infisert, minst infeksjon ble det på regnværsdager eller når tynning skjedde i regnperioder. Infeksjon av rotkjuke varierte med stubbediameter, små stubber ble sjeldnere infisert av rotkjuke enn store stubber. Likevel ble 20% av stubbene i diameterklassen 5-10 cm infisert. Behandling med 20% urea løsning reduserte smitten med minst 85%.

Resultatene viser at det skjer infeksjoner av rotkjuke på stubber i vanlig granskog i Norge og at infeksjonen er betydelig under gunstige forhold om sommeren. Sommertynning på regnværsdager eller i regn perioder minsker imidlertid risikoen for infeksjon. Vintertynning gir liten risiko for stubbeinfeksjoner, men i områder med milde vintre vil det kunne skje en viss infeksjon. For å redusere infeksjon av rotkjuke på stubbesnittflater ser urea ut til å være et godt middel.

Nøkkelord: Gran, rotkjuke, stubbeinfeksjon, årstidsvariasjon, ureabehandling.  
*Key words: Norway spruce, Heterobasidion annosum, stump infection, seasonal variation, urea treatment.*

ISBN 82-7169-648-3  
ISSN 0803-2858

## Innhold

1 Innledning .....	2
2 Materiale og metoder .....	3
3 Resultater .....	3
4 Diskusjon .....	5
<i>Seasonal infection of Heterobasidion annosum on stumps of Norway spruce and surface coating with urea</i> .....	7
Etterord .....	8
Litteratur .....	8

## 1 Innledning

Rot- og stammeråte er alvorlige problemer for det nordiske skogbruket og granskogen er verst rammet. Undersøkelser etter sluttavvirkning av gran [*Picea abies* (L.) Karst.] i Trøndelag og Midt-Norge viste at 25% av stubbene hadde råte (Næsvold 1989, 1990). En landsomfattende inventering etter slutthogst i granskog utført i 1992 viste at 26,7% av stubbene var råtebefengt (Solheim, Huse & Venn 1994).

Flere arter kan være årsak til rot- og stammeråte i gran, men rotkjuka [*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.] er den vanligste skadegjøreren (Enerstvedt og Venn 1979, Vestrum 1981, Arnekleiv 1985, Solheim *et al.* 1994). Rotkjuka er i virkeligheten en meget svak parasitt med liten evne til å angripe levende, helt friskt og usåret vev. Primær infeksjon skjer ved hjelp av sporer som infiserer ferske sår eller stubbesnittflater. Sekundær infeksjon skjer fra infiserte røtter via rotkontakt til friske trær (Solheim 1990). Infeksjon av stubbesnittflater og videre smitte via rotkontakt ble påvist av Rishbeth (1951) som arbeidet med furu (*Pinus sylvestris* L.) i Storbritania. Molin (1957) var den første som viste at gran blir infisert på samme måte.

Rotkjuka har et flerårig fruktlegeme og kan følgelig spre sine sporer hele året om forholda er gunstige. Undersøkelser i Danmark og i Rogaland har vist at rotkjuka kan frigjøre sporer hele året, men at produksjonen er liten om vinteren og stopper helt i frostperioder (Bjørnekær 1938, Haraldstad 1961). Kallio (1970) undersøkte sporespredningen i Finland og fant den samme årstidsvariasjonen, men her var marka dekket av snø om vinteren og ingen sporer ble spredd da. I laboratorieforsøk fant Meredith (1959) at rotkjuka kunne frigjøre sporer fra 0°C, men at den opphørte når fruktlegemene frøs.

Også infeksjon av rotkjuka på stubbesnittflater følger hovedsakelig den samme årstidsvariasjonen (Yde-Andersen 1962, Johansson 1993). Det finnes også motstridende rapporter om at det har vært mest infeksjon av stubber om vinteren (Rishbeth 1951, Morrison & Johnson 1970).

I engelske undersøkelser har Rishbeth (1951, 1952 og 1957) og Meredith (1959) funnet at infeksjon av rotkjuka på stubbesnittflater avtar med økende infeksjon av konkurrerende sopper. Disse konkurrerende soppene kan enten påføres stubbene direkte eller de kan hjelpes ved at stubbene tilføres næringsstoffer. Urea er ofte



brukt for å hjelpe konkurrerende sopper. På furu har dette vært entydig positivt (Rishbeth 1959), mens det på granstubber er brukt med vekslende hell (Schönhar 1979, Hallaksela & Nevalainen 1981, Yde-Andersen 1982). I en tidligere undersøkelse i Norge ble det funnet at urea hadde liten innvirkning på infeksjon av granstubber spesielt om sommeren (Dahl 1989, Dahl & Solheim 1990).

Formålet med denne undersøkelsen var å studere infeksjon av rotkjuke på granstubber i Norge til forskjellige tider av året med spesiell vekt på milde vintre. I tillegg er noen få felter undersøkt med hensyn til urea som bekjempelsesmiddel.

## 2 Materiale og metoder

Fra juni 1988 til mai 1990 ble 15 felter lagt ut i tynningsbestand i vanlig granskog på Østlandet; Akershus (4), Hedmark (1) og Østfold (10). Mellom 50 og 110 stubber ble merket på hvert felt. På tre felter lagt ut sommeren 1989 ble i tillegg like mange stubber behandlet med urea (granulert urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  løst i vann i konsentrasjon 20%). Urealøsningen ble penslet på stubbene med en vanlig malingskost i rikelige mengder til løsningen rant ut fra stubbesnittflata. Behandlingen ble utført samme dag som stubbene ble blottlagt under tynning.

Innhøstingen foregikk 1-2 år etter tynning. Først ble en skive, 3-4 cm tykk, skåret av stubben. Deretter ble en ny skive, 1-2 cm tykk, skåret av stubben og tatt med til analysering. Denne skiva ble pakket inn i fuktig avisopapir og lå 5-7 dager i romtemperatur, før oppveksten av rotkjuke-konidioforer ble identifisert under stereolupe. For å få ett lite innblikk i hva stubbenes størrelse kan bety for rotkjukeinfeksjonen ble diameteren målt korsvis på alle innsamlede stubber på ti felter.

Værdatablene ble hentet fra Meteorologisk institutt og gjelder for nærmeste stasjon til hvert enkelt felt. Hvis værstasjonen på Ås lå nærmest ble dataene fra denne stasjonen (Fysisk institutt, Norges landbrukshøgskole) brukt. Værdatablene ble kjørt i en regresjonsanalyse for å belyse innbyrdes forklaringsseffekt på den observerte variasjonen i rotkjukeinfeksjon (Statsoft 1991), men materialet var begrenset så det var bare mulig å ta med få variabler samtidig.

## 3 Resultat

Resultata av rotkjukeinfeksjon på granstubber er gitt i Figur 1. Det var en årstidsvariasjon i denne infeksjonen, men med store variasjoner. Infeksjonsfrekvensen for vintertynningene varierte mellom 2% og 16% (Fig. 1). Alle tynningene foretatt om vinteren skjedde i milde perioder med middeltemperaturer opp mot 5°C og maksimumstemperaturer opp mot 9°C. Det var periodevis lite nedbør og lite eller ingen snø på bakken mens tynningene ble utført.

Sommertynningene ga store variasjoner i rotkjukeinfeksjonen med spredning fra 5% til 85% (Fig. 1). Nedbør på tynningsdagen ga best forklaringsseffekt, med middel- og maksimumstemperaturen i en 7-dagers periode forut for tynning som nest best. Ved infeksjonsfrekvenser under 15% var det regnvær på tynningsdagen eller i dagene forut og i løpet av en uke rundt tynningstidspunktet var det godt over

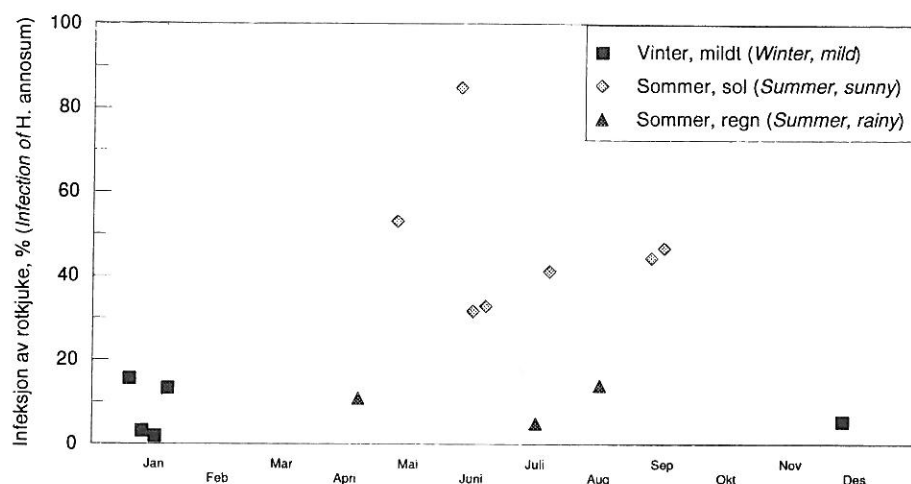


Fig. 1. Infeksjonsfrekvenser (%) for rotkjuke på granstubber etter tynning til ulike årstider.  
*Infection frequencies (%) of Heterobasidion annosum on Norway spruce stumps after thinnings at various seasons.*

normalen med nedbør. Ved alle de andre tynningene, med infeksjonsfrekvenser over 30%, var det ikke regn på tynningsdagen eller dagen etter. Den regnfrie perioden forut for tynning varierte imidlertid fra en dag til to uker.

Stubbediameter ser ut til å ha en viss innflytelse på infeksjonsfrekvensen av rotkjuke. Små stubber hadde lavere infeksjonsfrekvens enn store stubber (Tab. 1). Når alle felte ( $n = 10$ ) ble slått sammen var middeldiameteren på stubber med rotkjukeinfeksjon 15,9 cm ( $n = 219$ ) og uten rotkjukeinfeksjon 14,9 cm ( $n = 517$ ). Forskjellene var signifikante på 0,02 nivå. Stubbediameteren for feltene varierte fra 11,8 cm til 19,4 cm og forklarte noe av variasjonen i rotkjukeinfeksjon.

Tabell 1. Infeksjonsfrekvens (%) av rotkjuke på granstubber med ulik diameter.  
*Infection frequency (%) of Heterobasidion annosum on Norway spruce stumps with various diameters.*

Stubbediameter, cm <i>Stump diameter, cm</i>	Infiserte stubber, % <i>Infected stumps, %</i>	Antall stubber <i>Nos. of stumps</i>
5,1- 10	20,8	77
10,1-15	30,1	306
15,1-20	27,8	227
20,1-25	36,5	96
25,1-30	42,3	26
30,1-	50,0	4
<b>Totalt Total</b>	<b>29,8</b>	<b>736</b>

På tre felter med en infeksjonsfrekvens varierende mellom 31,7% og 84,9% ble det også foretatt behandling med urea. Denne behandlinga førte til en reduksjon av infeksjonsfrekvensen med minst 85% (Tabell 2).

Tabell 2. Infeksjonsfrekvens (%) av rotkjuke på granstubber behandla med urea (20%) eller ubehandla, og reduksjon i smitten på grunn av ureabehandling.

*Infection frequency of Heterobasidion annosum on Norway spruce stumps treated with urea (20%) or untreated, and reduction in infection caused by this urea treatment.*

Felt nr. Plot no.	Ubehandla, % Untreated, %	Ureabehandla, % Urea treated, %	Smittereduksjon, % Reduction, %
1	84,9	12,7	85,0
2	31,7	2,2	93,1
3	32,8	1,7	94,8

#### 4 Diskusjon

Materialet i denne undersøkelsen var for lite omfangsrikt og værdataene for variable til å gi sikre statistiske utslag. Materialet viser imidlertid noen interessante trender som det er vel verdt å diskutere.

Infeksjon av rotkjuke sporer på stubbesnittflater ble først vist av Rishbeth (1951) for furu. Senere er det samme vist for en rekke forskjellige treslag som angripes av rotkjuke, også for vanlig gran (Molin 1957, Yde-Andersen 1962, Kallio 1965, Johansson 1993). Resultata fra denne undersøkelsen støtter opp om dette, og viser at stubbeinfeksjoner skjer hyppig i vanlig norsk granskog i sommerhalvåret.

Tynning i løpet av den milde vinteren 1989/90 førte til like mye infeksjon av rotkjuke som sommertynning i regn. Dette viser at det kan skje infeksjoner av rotkjuke også vinterstid under snøbare, milde perioder. Under normale vinterforhold med snø og kuldegrader fant Dahl & Solheim (1990) at ingen stubber ble infisert av rotkjuke. Sjøl i mildværsperioder med et snødekke vil det trolig ikke skje infeksjoner da fruktlegemer til rotkjuka vil være dekt av snø.

Mange studier er gjort for å undersøke årstidsvariasjonen i stubbeinfeksjon for rotkjuke. De fleste har funnet at det er liten eller ingen infeksjon om vinteren og mye om sommeren (Yde-Andersen 1962, Reynolds & Craig 1968, Meredith 1959, Kallio 1970, Schönhar 1975, 1980, Johansson 1993), sjøl om det også er noen motstridende resultater (Rishbeth 1951, Morrison & Johnson 1970). I enkelte områder er det gunstigere forhold for infeksjon om vinteren enn om sommeren som f.eks. i sørøst U.S.A. (Ross 1972). Temperatur er ment å være den viktigste faktoren for den observerte årstidsvariasjonen (Yde-Andersen 1962, Johansson 1993). Haraldstad (1961) og Kallio (1970) har undersøkt frigjøring av rotkjuke sporer og fant at temperatur er den viktigste faktoren for sporefrigjøring, som har et lignende sesongmessig forløp som stubbeinfeksjon.

Temperatur er nok en viktig faktor for rotkjukeinfeksjon, men andre faktorer kan være vel så viktige. Regn i tynningsperioden førte til svært lave infeksjonsfrekvenser i denne undersøkelsen. Vi har imidlertid noen få resultater med mye infeksjon i regnværsperioder i forbindelse med undersøkelser i 1993 (Ryen & Solheim, upubl.). Svenske undersøkelser antyder at det blir en lavere infeksjonsfrekvens i regnværsperioder sjøl om de ikke fikk signifikante utslag (Brandtberg & Johansson, pers. komm.). Yde-Andersen (1962) mente at regn i en 7-dagers periode før tynning førte til reduksjon i stubbeinfeksjon i en dansk undersøkelse, mens varmt og fuktig vær i perioden 14-28 dager før tynning førte til økende infeksjon. Redfern (1993) fant at regnvær minsket faren for infeksjon av rotkjuke på sitkagranstubber [*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.]. Det var imidlertid forskjeller mellom yteved og kjerneved. Regn økte infeksjonen i kjerneved og minket den i yteved og siden stubbene i forsøket igjennomsnitt hadde 75% yteved så minket den totale infeksjonen.

Redfern (1993) har studert infeksjon på sitkagranstubber og indikerer at endogene forhold i stubbene har en større innflytelse på stubbeinfeksjon enn omgivelsene eller sporetilgjengelighet. De nylagde stubbene er ennå levende og bidrar med et kjemisk, strukturelt og biologisk forsvar. Meredith (1959) observerte at harpiksrike furustubber ikke ble angrepet av sopper. Den blottlagte stubben er imidlertid et enormt sår med gode muligheter for mikroorgansimer til å etablere seg. En viktig faktor blir da forholdet til konkurrerende sopper. Både Rishbeth (1951) og Meredith (1959) mente at de viktigste faktorene for den observerte variasjon i stubbeinfeksjon var tilgjengelig mengde av rotkjuke sporer og sporer til konkurrerende sopper, og konkurransen mellom soppene. Når konkurrerende sopper inokuleres på stubber for å hindre infeksjon av rotkjuke gir det ofte gode resultater (se review av Rishbeth 1979). Mest brukt er stor barksopp [*Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jül.] som også har gitt gode resultater i et pilotforsøk i Norge (Ryen 1993) og i ett nordisk samarbeidsforsøk (Korhonen *et al.* 1994).

For å framelske konkurrerende sopper kan urea brukes. Urea er ett harmløst stoff som brukes til gjødsling. Hvordan urea virker ved stubbebehandling er ikke helt klarlagt. På stubbene hydrolyseres det til ammonium som er giftig for enkelte sopper og påvirker spiring av rotkjuke sporer (Rishbeth 1959). Samtidig fant Rishbeth (1959) at behandling med urea på furustubber begünstiget oppvekst av flere sopparter bl.a. *Ophionectria cylindrospora* (Sollm.) Berl. & Vogl. og *Trichoderma* arter. På de tre undersøkte felta i dette forsøket ga urea god effekt sjøl om det ble brukt 20% urealøsning. Svenske undersøkelser har vist at ureakonsentrasjonen må være høyere enn 15% for å få en signifikant effekt, men at en stabil god effekt først oppnås ved 30% konsentrasjon (Johansson 1993). Dette kan være årsaken til at bruken av urea tidligere har gitt variable resultater. Eksempelvis brukte både Schönhar (1977) og Yde-Andersen (1982) 20% løsning av urea, førstnevnte fikk variable resultater, mens sistnevnte oppnådde fullstendig beskyttelse mot rotkjukeinfeksjon. Også Hallaksela & Nevalainen (1981) brukte 20% urealøsning og de oppnådde gode resultater ved stubbebehandling etter



sluttavvirkning, mens virkningen var dårlig ved tynning. I en norsk undersøkelse oppnådde Ryen (1993) meget gode resultater med 30% urealøsning.

Med tanke på arealets betydning for sporedslag og infeksjon har det vært antatt at det forholdsvis sjeldent ville bli infeksjoner på små stubber. Rishbeth (1951) var den første som undersøkte dette og han fant en nedgang i stubbeinfeksjon fra 47% i diameterklasse 14-20 cm til 7% når furustubbene var 5-7 cm i diameter. Også Paludan (1966) fant en stor nedgang da han undersøkte granstubber, fra 80% infeksjon på stubber med diameter 14 cm til 20% når diameteren var 3 cm. Også mitt forsøk viser at det er en avtagende infeksjon med avtagende stubbediameter sjøl om nedgangen ikke var så markant som i de andre forsøka. Sjøl om dette forsøket ikke var tilrettelagt med henblikk på infeksjon og stubbestørrelse er resultatene av en slik art at nærmere studier i forbindelse med ungskogpleie er av interesse.

### **Seasonal infection of *Heterobasidion annosum* on stumps of Norway spruce and surface coating with urea**

To study infection of *Heterobasidion annosum* on Norway spruce stumps at various seasons 15 plots were established in thinning stands during the period June 1988 - May 1990. Five plots were established during mild winters and ten plots in summertime with various weather. On three plots stumps were also treated with urea to study the protection of *H. annosum*-infection.

The stumps were harvested one to two years after establishment and screened for *H. annosum*-infection. The diameter of the stumps were measured from ten plots. The weather observations used were from the nearest weather station.

The stump infection of *H. annosum* varied during the seasons (Fig. 1). The frequency varied between 2% and 16% for the winterthinnings which were undertaken during snowfree, mild periods. The frequency varied between 5% and 85% during the summertime. Rain on the day with thinning explains the variation in frequency during the summer best with the mean and maximum temperature during a week before thinning as next best. The infection of *H. annosum* also varied with the stump diameter (Tab. 1); the mean diameter of stumps with infection was 15.9 cm and without infection 14.9 cm. The treatment with urea (20%) reduced the infection with at least 85% (Tab. 2).

The results indicate that stump infection of *H. annosum* is common in thinningstands of Norway spruce in the southeastern part of Norway and that the infection is rather frequent during favourable conditions in the summertime. Thinnings on rainy days, however, gave a low infection frequency as did thinning during mild periods in winter.

### Etterord

Dette arbeidet er en del av prosjektet Biologiske, tekniske og økonomiske forutsetninger for bekjempelse av rotråteangrep i gran- og furubestand med stubbebehandling ledet av M. Johansson, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), og som Samarbeidnernda for nordisk skogforskning (SNS) har støttet finasielt. Mange skogeiere på Østlandet har stilt sin skog til disposisjon. Mange tidligere og nåværende ansatte ved NISK har deltatt i anlegg og høsting av felter. Knut J. Huse, Skogbrukets kursinstitutt og Martin Johansson, SLU har lest gjennom manuskriptet og gitt verdifulle kommentarer. Alle takkes for god hjelp.

### Litteratur

- Arnekleiv, G. 1985. Forekomst og utbreiing av råte i granskog i Ringebu kommune. Hovedoppgave ved Norges Landbrukshøyskole, Inst. Skogfag. [Upublisert.] Ås. 68 pp.
- Bjørnekær, K. 1938. Undersøgelser over nogle danske poresvampes biologi med særligt hensyn til deres sporefældning. *Friesia* 2: 1-41.
- Dahl, L.K. 1989. Etableringen av rotkjuke, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. på ferske stubbesnittflater av gran og muligheter til bekjempelse av soppen med urea. Hovedoppgave ved Norges Landbrukshøyskole, Inst. Skogfag. [Upublisert.] Ås. 41 pp.
- Dahl, L. K. & Solheim, H. 1990. Tenk råte - tynn om vinteren. *Norsk Skogbruk* 36(4): 16-17.
- Enerstvedt, L. I. & Venn, K. 1979. Råte i eldre granskog. En undersøkelse på hogstflater i Øvre Eiker. (Summary: Decay in mature *Picea abies* (L.) Karst. stands. A study on clear-cuttings in Øvre Eiker, Norway). *Medd. Nor. inst. skogforsk.* 35: 237-264.
- Hallaksela, A-M. & Nevalainen, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa. (Summary: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea). *Folia For.* 470: 1-10.
- Haraldstad, A. R. 1961. Investigations on *Fomes annosus* in Høylandskomplekset, South-western Norway. *Nytt Mag. Bot.* 9: 175-198.
- 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. 1965. Tutkimuksia maannousemaisenen leviämisiologiasta ja tortuntamahdollisuuksista Suomessa. (Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. *Acta For. Fenn.* 78: 1-21.
- Kallio, T. 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For. Fenn.* 107: 1-55.
- Korhonen, K., Lipponen, K., Bendz, M., Johansson, M., Ryen, I., Venn, K., Seiskari, P. & Niemi, M. 1994. Control of *Heterobasidion annosum* by stump treatment with 'rotstop', a new commercial formulation of *Phlebiopsis gigantea*. S. 675-685 i: Johansson, M. & Stenlid, J. (eds). Proc. 8th int. conf. Root and butt rots in Sweden and Finland Aug. 9-16, 1993. IUFRO Working Party S2.06.01. SLU, Uppsala, Sweden.
- Meredith, D.S. 1959. The infection of pine stumps by *Fomes annosus* and other fungi. *Ann. Bot.* 23: 455-476.

- Molin, N. 1957. Om *Fomes annosus* spridningsbiologi. (Summary: A study on the infection biology of *Fomes annosus*). Medd. Skogforsk. Inst. 47(3): 1-36.
- Morrison, D. J. & Johnson, A. L. S. 1970. Seasonal variation of stump infection by *Fomes annosus* in coastal British Columbia. For. Chron. 46: 1-3.
- Næsvold, B. H. 1989. Forekomst av råte i granskog. En undersøkelse under hogst og på hogstflater i Nord-Trøndelag. Nord-Trøndelagforskning. Rapport 1989:1. 23 pp. + vedlegg.
- Næsvold, B. H. 1990. Råteundersøkelse i Midt-Norge. Vinteren 1989. Nord-Trøndelagforskning. Rapport 1990:2. 23 pp. + vedlegg.
- Paludan, F. 1966. Infektion og spredning af *Fomes annosus* i ung rødgran. (Summary: Infection and spread of *Fomes annosus* in young Norway spruce). Forstl. Forsøgsv. Danm. 30: 19-47.
- Redfern, D. 1993. The effect of wood moisture on infection of Sitka spruce stumps by basidiospores of *Heterobasidion annosum*. Eur. J. For. Path. 23: 218-235.
- 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. 1952. Control of *Fomes annosus* Fr. Forestry 25: 41-50.
- Rishbeth, J. 1957. Some further observations on *Fomes annosus* Fr. Forestry. 30: 69-89.
- Rishbeth, J. 1959. Stump protection against *Fomes annosus*, II. Treatment with substances other than creosote. Ann. appl. Biol. 47: 529-541.
- Rishbeth, J. 1979. Modern aspects of biological control of *Fomes* and *Armillaria*. Eur. J. For. Path. 9: 331-340.
- Ross, E. W. 1972. *Fomes annosus* in the southeastern United States. USDA Forest Serv. Tech. Bull. 1459: 1-25.
- Ryen, I. 1993. Stubbebehandling av gran med urea eller stor barksopp til bekjempelse av rotkjuke. (Summary: Surface coating of Norway spruce stumps with urea or *Phlebiopsis gigantea* to protect against *Heterobasidion annosum*). Rapp. Skogforsk. 13/93: 1-8.
- Schönhar, S. 1975. Zur Besiedlung frischer Fichtenstubben in Fichten-Erstaufforstungen durch *Fomes annosus*. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 146: 177-179.
- Schönhar, S. 1977. Erprobung von Chemicalien zur Verhütung einer Infektion frischer Fichtenstöcke durch *Fomes annosus*. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 148: 181-182.
- Schönhar, S. 1979. Über die Anfälligkeitsdauer frischer Schnittflächen von Fichtenstubben gegen eine Infektion durch *Fomes annosus*. Allg. Forst- und Jagdzeitung 150: 162-163.
- 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., Huse, K. J. & Venn, K. 1994. A nation-wide inventory of root and butt rot in the annual cuttings of spruce in Norway. S. 618-623 i: Johansson, M. & Stenlid, J. (eds). Proc. 8th int. conf. Root and butt rots in Sweden and Finland Aug. 9-16, 1993. IUFRO Working Party S2.06.01. SLU, Uppsala, Sweden.

Statsoft 1991. Statistica. Statsoft.

Vestrum, G. 1981. Forhold av betydning for ulike råtetypers frekvens og utbredelse. En undersøkelse på hogstflater i Inderøy. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole. [Upublisert]. As. 54 pp.

Yde-Andersen, A. 1962. Seasonal incidence of stump infection in Norway spruce by air-borne *Fomes annosus* spores. For. Sci. 8: 98-103.

Yde-Andersen, A. 1982. Urea som middel mod rodfordærverangreb. Forst. ForsVæs. Danmark 38: 207-217.