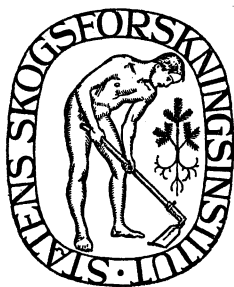


OM ROTRÖTAN (*POLYPORUS ANNOSUS* FR.)
I SVERIGE. DESS UTBREDNING OCH
SÄTT ATT UPPTÄDA

ÜBER DIE WURZELFAULE (POLYPORUS ANNOSUS FR.) IN SCHWEDEN

AV

ERIK RENNERFELT



MEDDELANDE FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 35 · Nr 8

Centraltr., Esselte, Stockholm 1946

642028



OM ROTRÖTAN (POLYPORUS ANNO-SUS FR.) I SVERIGE. DESS UTBREDNING OCH SÄTT ATT UPPTRÄDA.

Inledning.

En av de viktigaste sjukdomarna för vårt skogsbruk är rotrötan, förorsakad av *Polyporus annosus* Fr. I stora delar av landet angriper den granen, särskilt då den nått avverkningsbar ålder. Inom vissa områden är den även en svår skadegörare på tall. Trots rotrötans stora ekonomiska betydelse ha hittills anmärkningsvärt få undersökningar över densamma företagits i vårt land. Svampens geografiska utbredning, dess uppträdande på olika slags mark, vid olika markfuktighet, i rena granbestånd och i blandbestånd m. m., äro frågor som alla kräva ett närmare studium. I vårt avlånga land spela säkert även de olika klimat- och miljöförhållandena inom landets olika delar en viktig roll för svampens uppträdande.

I föreliggande arbete komma ovanstående frågor att beröras, men självfallet kan det icke vara fråga om en uttömmande behandling därav. Undersökningarna ha dels bedrivits som fältarbete, dels som laboratorieförsök. Vid fältundersökningarna har personal från Kungl. Domänstyrelsen, från flera skogsvårdsstyrelser och enskilda skogsbolag lämnat värdefullt bistånd med anvisningar på lokaluppgifter, med insamlande av prov m. m. Vid undersökningarna på Tönnersjöhedens försökspark har skogsmästare G. MELLSTRÖM medverkat på ett förtjänstfullt sätt. Det omfattande laboratoriearbetet har till stor del utförts av fröken B. BJÖRKMAN. Fröken G. THORDEMAN har ritat de i arbetet ingående diagrammen och kartorna. För all denna hjälp ber jag här få framföra mitt tack.

KAP. I. BESKRIVNING AV SVAMPEN.

Grannen angripes av flera olika rötsvampar, som tränga in i trädet genom rotsystemet och som kunna förorsaka s. k. rotröta. Flera av dessa rötsvampar, som företrädesvis torde förekomma i den norrländska skogsregionen, äro f. n. mycket bristfälligt kända och skola ej heller i detta arbete närmare beröras. Namnet rotröta bör dessutom lämpligen reserveras för den röta, som förorsakas av rottickan, *Polyporus annosus* Fr., och som utan tvekan är den största skadegöraren på granen.

Under namnet *P. annosus* beskrevs svampen av FRIES i *Epicrisis systematis mycologici* (1836—38). I den skogspatologiska litteraturen uppträder emellertid rottickan även under många andra namn. Namnet *Trametes radiciperda* (*radiciperda* = rotfördärvare) infördes av den tyske skogspatologen HARTIG, som på 1870-talet lämnade en utförlig beskrivning av svampen och dess infektionssätt. I den danska och engelska skogslitteraturen går svampen under namnet *Fomes annosus* (Fr.) Cke. Andra synonymer äro *Polyporus cryptarum* Bull. och *Ungulina annosa* (Fr.) Pat.

Förutom rotröta har den av *P. annosus* förorsakade rötan flera lokalnamn, som i första hand syfta på den färg, som den angripna veden får. I Dalarna benämnes den »blåröta», i Ångermanlands kusttrakter »anilinröta» och i Västerbotten »rödröta». I Jämtland talar man om »kalkröta», beroende på att rotrötan där företrädesvis uppträder inom det kalkrika silurområdet kring Storsjön.

I. Tickan.

Under vissa förhållanden utbildar svampen sina fruktkroppar. Dessa påträffas antingen på stubbar och träd i själva jordbrynet eller också utbildas de på rötterna i håligheter i marken. Mera sällan uppträda de på markbetäckningen, t. ex. på nedfallna barr och kvistar. Dylika fynd ha gjorts av NEGER (1917), FALCK (1930) och ROLL-HANSEN (1940) m. fl. Enligt VON HOPFFGARTEN (1933) utbildades emellertid tickorna endast skenbart på dylikt material. En närmare undersökning visade, att de alltid utgingo från en rot.

I utseende och storlek kunna tickorna vara utomordentligt varierande. En typisk fruktkropp är vanligen konsolformigt utbildad med relativt tunn vit kant (fig. 1). Vid fästpunkten kan tickan, som är flerårig, däremot vara flera cm tjock. Som äldre blir den mer eller mindre tydligt koncentriskt fårad (fig. 2). Färgen är på ovansidan smutsröd till kanelbrun. Den växande kanten och porlagret äro gräddvita till svagt gula.

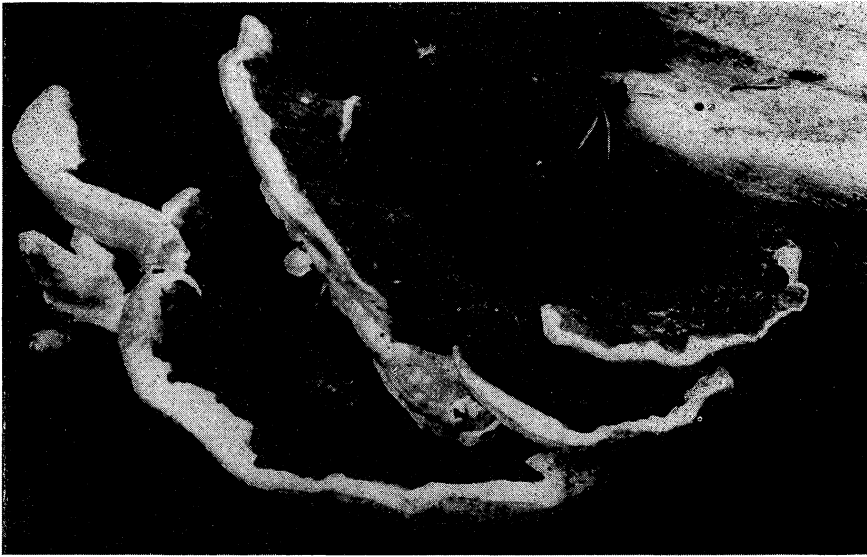


Fig. 1. Tickor av *P. annosus*, som bryta fram ur en granrot. $\frac{1}{2}$ nat. storlek.
Fruchtkörper von *P. annosus*, die aus einer Fichtenwurzel hervorbrechen. $\frac{1}{2}$ nat. Grösse.

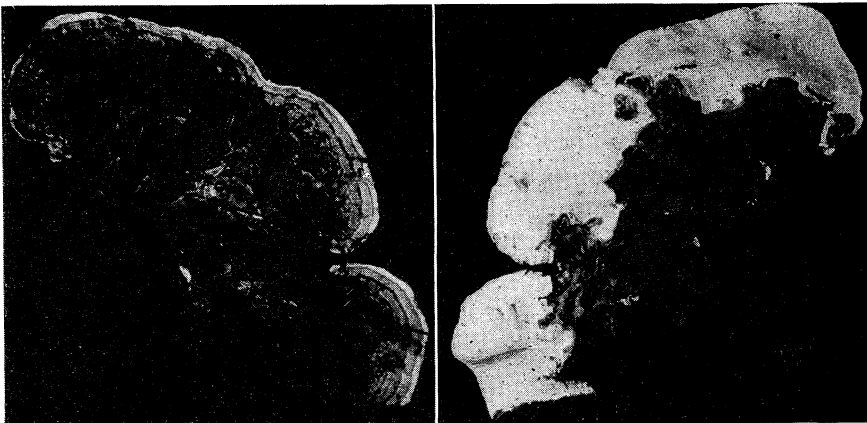


Fig. 2. Normal ticka av *P. annosus* på gran, t. v. översidan, t. h. undersidan. Omkring $\frac{1}{2}$ nat. storlek.
Normaler Fruchtkörper von *P. annosus* auf Fichte, links die Oberseite, rechts die Unterseite.
Etwa $\frac{1}{2}$ nat. Grösse.

Storleken kan variera från någon cm upp till halvmeterstora exemplar. ROLL-HANSEN (1940) beskriver t. ex. en 55 cm lång ticka, som, märkligt nog, växte på en björk. Ordinär storlek på tickorna hos gran är ca 10—15 cm. På stubbar och träd utbildas tickorna i regel med tydlig både över- och under-

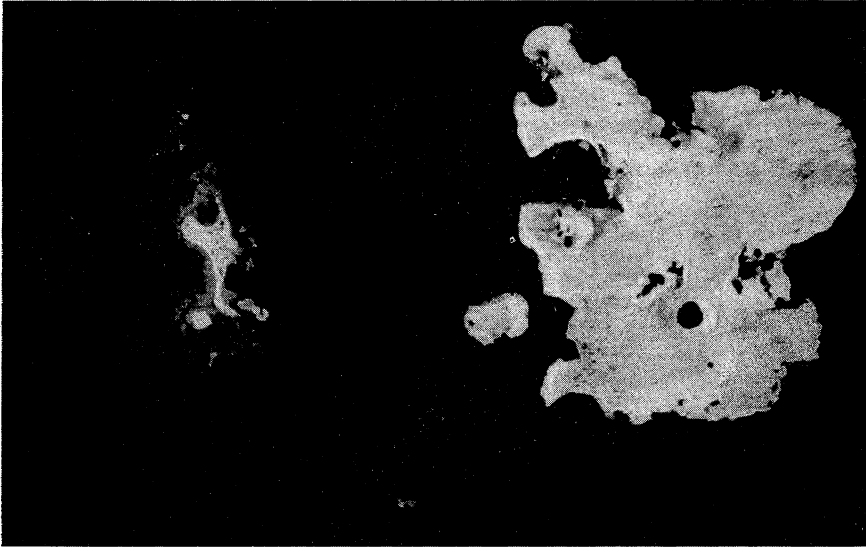


Fig. 3. Fruktkroppar av *P. annosus* på tall, nat. storlek.
Fruchtkörper von *P. annosus* auf Kiefer, nat. Grösse.

sida. På en rotvälta, avskurna rötter o. dyl. bli tickorna gärna oregelbundna och uppträda ofta i s. k. resupinat form, d. v. s. endast porlagret framträder tydligt, tätt tryckt till underlaget. Rören äro något varierande i längd och grovlek och deras mynningar kantiga eller nästan runda. På äldre tickor är porlagret flerskiktat och ofta avbrutet av brun, steril vävnad. Till konsistensen är tickan korkartad.

Enligt mina iakttagelser äro tickorna vanliga i sydligaste delen av landet, medan de i Mellansverige och Norrland uppträda sparsamt. I Skåne, Blekinge och Halland förekomma tickorna flerstädes i stort antal på stubbar och i markhåligheter under rötterna i gran- och tallskog, angripen av rotröta. Även på levande träd, såväl gran som tall, äro tickorna vanliga. På tallen äro tickorna i regel mindre och mera oregelbundet utbildade än på gran. Ofta är dessutom porlagret föga utbildat (fig. 3). Dock kan det på tall förekomma, att välutbildade tickor sitta som en krans runtom rothalsen.

Som nyss nämnts, äro tickorna i Mellan- och Nordsverige betydligt sällsyntare. Själv har jag — trots ivrigt sökande — blott påträffat dem i enstaka individ på ett 15-tal platser. I Västernorrlands kustland, där rotröten är ytterst vanlig på granen, har jag sålunda blott iakttagit tickan en enda gång. Även om tickan vid förekomst i markhåligheter, på rotvältor o. dyl. kan vara svår att upptäcka, är det påtagligt, att det är fråga om en verklig

skillnad i frekvens i tickans förekomst inom landets sydliga delar jämfört med den övriga delen av landet.

Någon förklaring till denna olika förekomst av tickorna i landets norra och södra delar kan ej lämnas f. n. Närmast torde det väl vara fråga om en skillnad i klimatet, t. ex. temperatur och luftfuktighet. Enligt ROLL-HANSEN uppträda fruktkropparna i Norge oftare på Västlandet med dess fuktiga klimat än på Östlandet. Tickor på tall i det senare området fann han isynnerhet när den lokala luftfuktigheten var stor. VON HOPFFGARTEN uppger, att tickorna äro vanligast under regniga somrar.

2. Basidiesporer.

I fruktkropparna bildas ett stort antal sporer. De äro hyalina, äggformade, $5-7 \times 4-5 \mu$ stora (fig. 4 t. v.). Enligt ROLL-HANSEN är spormembranen fintaggig. Vad sporproduktionen beträffar, fortgår densamma under hela vegetationsperioden (BJÖRNEKÆR 1938). På våren konstaterades dock ett tydligt och under hösten ett annat mindre utpräglat maximum i sporfällningen. En enda ticka kan producera milliontals sporer. Sporerens spridningsmöjligheter äro dock icke särskilt gynnsamma, i varje fall ej för de sporer, som produceras av tickor nere i mosstället, i markhåligheter o. dyl. Sporerna torde närmast vara av betydelse för svampens spridning inom ett lokalt begränsat område. Under en lång tidrymd kunna emellertid sporerne sannolikt bidra till att förflytta svampen även över längre sträckor.

3. Konidier.

En egendomlighet för *P. annosus* äro de vegetativa sporer, som bildas på särskilda, i spetsen kulformigt uppsvällda hyfer (fig. 4 t. h.). Enligt ROLL-HANSENS noggranna undersökningar skilja sig konidierna från basidiesporerna bl. a. genom en alldeles glatt yta och genom något annan form. De äro $6 \times 4 \mu$, alltså något mer långsmala än basidiesporerna. Dessa konidier, som utbildas på fuktig ved m. m., bidra säkert också till svampens spridning. Konidiestadiet, som upptäcktes av BREFELD (1889) och varpå han grundade släktet *Heterobasidium*, utgör dessutom ett värdefullt igenkänningstecken på mycelkulturer av svampen. I allmänhet stöter en bestämning av ett röttsvampmycel på stora svårigheter och är ofta en tidsödande procedur. Med tillhjälp av detta konidiestadium kan en säker identifiering av *annosus*-mycelet göras på 4 à 5 dagar.

4. Mycelet.

Både basidiesporerna och konidierna gro med lätthet såväl i vatten som i näringslösningar och på fast substrat. Mycelet är hyalint och har en karaktéristisk lukt. Tillväxthastigheten på maltagar är 8—9 mm per dag vid

22° C. Enligt ROLL-HANSEN är optimumtemperaturen för tillväxten 24° C och maximitemperaturen 32° C. Samme forskare har även funnit, att mycelet sparsamt kan bilda söljor. Han har även visat, att det icke föreligger någon statistiskt säker skillnad i fråga om tillväxthastigheten hos mycel isolerade

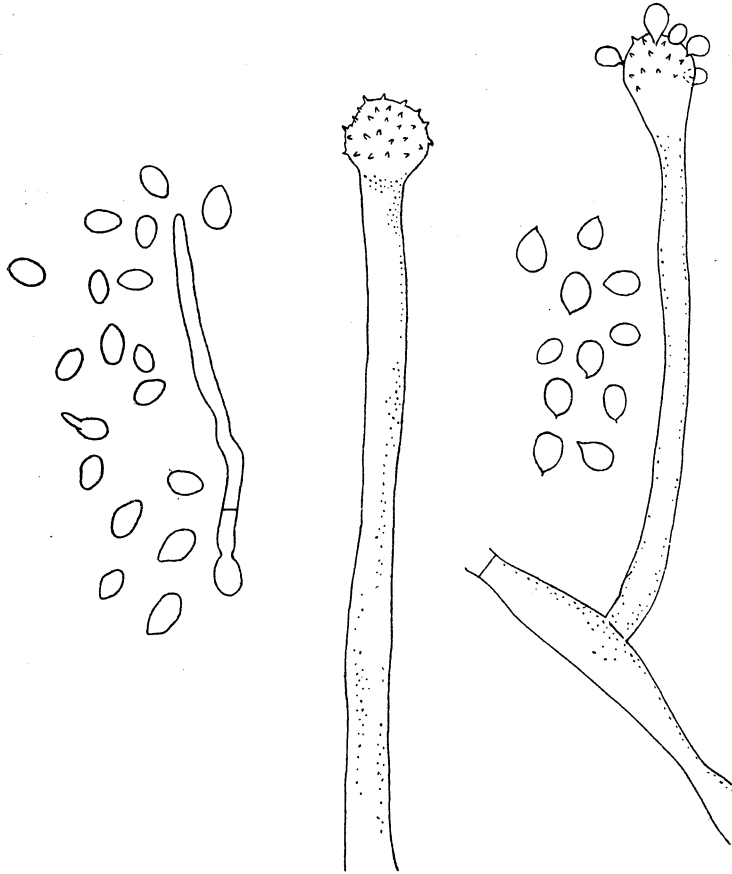


Fig. 4. Basidiesporer (t. v.), konidier och konidiebärare (t. h.). Förstoring $\times 800$ (ur FERDINANDSEN & JÖRGENSEN 1939).

Basidiesporerna (links), Konidien und Konidienträger (rechts). Vergrößerung 800 \times .

från olika landsändar eller från olika trädslag. Ej heller torde någon ras-skillnad föreligga mellan mycel isolerade från olika värdväxter. Även om mycelkulturerna kunna variera i fråga om utseende, livskraft och virulens, kan man med mycel, isolerat från gran, göra en infektion på tall med positivt resultat, och vice versa.

KAP. II. INFEKTIONSFÖRLOPPET.

I. Myceleets förekomst i marken.

I likhet med andra saprofytiska svampar kan *P. annosus* odlas på en mångfald naturliga substrat, såsom jord, humus, barr och löv, under förutsättning att substraten äro steriliserade. På ej steriliserade substrat kan *P. annosus* icke växa under laboratorieförhållanden, sannolikt beroende på konkurrens från andra mikroorganismer, framför allt mögelsvampar och bakterier.

På grund av dessa erfarenheter anse flera forskare (HILEY 1919, FALCK 1930, VON HOPFFGARTEN 1933 och TRESCHOW 1941), att *annosus*-mycelet knappast eller endast med svårighet kan växa i marktäcket och i varje fall ej bör räknas till de egentliga förnasvamparna. I ved däremot, d. v. s. i rot-systemen, kan *P. annosus* växa utan att i högre grad störas av mögelsvampar och bakterier.

Som framhållits vid flera tillfällen (VON HOPFFGARTEN 1933, JÖRGENSEN, LUND och TRESCHOW 1939, RENNERFELT 1945), är det emellertid vanskligt att draga generella slutsatser om myceleets tillväxtnöjligheter ute i naturen på grundval av laboratorieförsök. Under naturliga förhållanden tillkomma många faktorer, som kanske ge *annosus*-mycelet en helt annan ställning i kampen för tillvaron.

Förespråkare för den uppfattningen, att mycelet förekommer i markens humustäcke, finnas också. JÖRGENSEN och medarbetare (1939) och ROLL-HANSEN (1940) företråda denna åsikt. Den sistnämnde anser emellertid, att svampen huvudsakligen lever i död vävnad i levande växter, där konkurrensen med andra organismer blir mindre. LAGERBERG (1936) håller före, att markens humuslager är genomvuxet av svampens mycel, och att svampen bör räknas till de verkliga förnasvamparna.

Definitiv klarhet i denna viktiga fråga, som är av synnerligen stor betydelse för att få en riktig uppfattning om svampens spridningsbetingelser och om möjligheterna till en bekämpning av sjukdomen, kan ej anses ha vunnits f. n. Flera omständigheter, vartill jag även får anledning återkomma i andra sammanhang, tala emellertid för att mycelet visserligen kan växa i humustäcket, men att det sker med ganska stor svårighet. Mycelet skulle följaktligen hellre taga sig fram i marken via rotsystemen och vedrester.

Tvärt emot den tidigare uppfattningen har det sistnämnda spridningssättet — alltså via rotsystemen — visat sig dominera i fråga om vissa tropiska *Fomes*-arter med likartade levnadsbetingelser som *P. annosus*, och vilka uppträda som svåra skadegörare i plantager med gummi och te m. fl. tropiska kulturväxter. De synnerligen intressanta försöken häröver ha ingående refererats av GARRETT (1944 s. 108). Om en »vanlig» röjning av ett angripet



Fig. 5. Uppgrävt rotsystem av ett tallbestånd, angripet av rotröta (ur VON HOPFFGARTEN 1933).

Aufgegrabenes Wurzelsystem eines von Wurzelfäule befallenen Kiefernbestandes.

område företogs, kvarstannade alltid små infekterade rotstycken och vedbitar, från vilka nya angrepp kunde igångsättas. Om däremot en »absolut fullständig» röjning företogs, vilket innebar, att alla rot- och vedrester, även de minsta, sällades bort ur jorden, blev den efterföljande kulturen praktiskt taget frisk.

2. Sammanträffande mellan svampen och värdväxten.

För att ett angrepp skall komma till stånd, måste mycelet komma i kontakt med rotsystemet. Denna förbindelse kan troligen äga rum på flera olika sätt. VON HOPFFGARTEN (1933) visade, att såväl basidiesporer som konidier kunna gro ut på rötter av gran och tall. Till rotsystemen kunna de sannolikt föras med regnvatten (HILEY 1919) eller genom medverkan av djur, framför allt gnagare (FALCK 1930). Den möjligheten får ej heller anses utesluten, att sporerna gro i humustäcket och att mycelet sedan växer fram till rotsystemen genom marken (LAGERBERG 1936, JÖRGENSEN och medarbetare 1939, ROLL-HANSEN 1940).

En tredje möjlighet, som säkert också förekommer, är infektion genom kontakt mellan sjuka och friska rötter. Detta infektionssätt tillmättes stor

betydelse redan av HARTIG (1878). Kring gamla angripna stubbar uppstå ofta nya angrepp, som troligen åstadkommits genom rotkontakt (VON HOPFFGARTEN 1933, KANGAS 1940, RENNERFELT 1945). I ett svårt angripet tallbestånd lät VON HOPFFGARTEN gräva upp och frilägga de olika tallarnas rotsystem. Det visade sig därvid, att angripna rötter undan för undan kommo i kontakt med ej rötskadade rötter (fig. 5).

3. Svampens inträngande i värdväxten.

Rotrötemycelet kan endast tränga in i värdväxten under vissa omständigheter. Ett stort antal undersökningar ha utförts för att försöka klarlägga denna detalj av problemet. I det följande lämnas en översikt över de viktigaste undersökningsresultaten.

Den första noggranna beskrivningen över infektionsförloppet lämnades av HARTIG (1874, 1878). Han uttalade som sin uppfattning, att *P. annosus* hade förmåga att tränga in genom de levande rötternas osårade bark. Rotrötesvampen skulle alltså till sin natur vara en parasit. Denna åsikt accepterades av ROSTRUP (1889, 1902), men han menade, att infektionen underlättades genom små sår i barken, förorsakade av insekt- eller musgnag, eller genom barksprickor, som uppstått genom vindsvajning.

Genom andra forskares insatser (MÖLLER 1897, ALBERT och ZIMMERMANN 1907) visades emellertid, dels genom infektionsförsök, dels genom analyser av rötskadade träd, att rotrötan icke gärna kunde infektera genom levande osårad vävnad.

Ytterligare undersökningar utfördes av HILEY (1919), FALCK (1930) och VON HOPFFGARTEN (1933). HILEY undersökte infektionsförloppet hos lärk och fann, att primära angrepp huvudsakligen förekommo på den lodrätt gående hjärtroten, medan de horisontalt gående sidorötterna voro sekundärt och ej lika hårt angripna som hjärtroten. På tvååriga plantor fick HILEY positivt infektionsresultat, om han först partiellt dödade rotsystemet genom att delvis doppa det i kokande vatten. Endast genom de döda rötterna kunde mycel taga sin in i plantorna. Han visade dock icke, att de angripna småplantorna verkligen voro infekterade med *P. annosus*, varför hans försök ej äga full beviskraft.

FALCK anser, att *P. annosus* på gran uppträder antingen som saprofytt eller som halvparasit. I det senare fallet börjar den sitt angrepp på död vävnad och övergår så småningom till den mindre livskraftiga inre delen av splintveden. VON HOPFFGARTEN däremot lutar åt den åsikten, att *P. annosus* för en parasitisk tillvaro.

ROLL-HANSEN (1940) beskriver ett fall, då *P. annosus* sannolikt har förmått döda rötter på några små till synes oskadade granplantor. Vid infektionsförsök på småplantor blev dock blott en liten del av försöksmaterialet an-

gripet, vilket han tyder så, att *P. annosus*, om den över huvud taget uppträder som parasit, blott är en svag dylik.

a) *Infektion genom ytliga sår.*

En fråga, som väckts vid många tillfällen, är, om rotrötan kan infektera träden genom ytliga skador på det i jordbandet gående rotsystemet. I första hand får man härvid tänka på de skador, som förorsakas av kreaturstramp och genom drivningarna i skogen.

FALCK (1930) hade undantagsvis påträffat träd infekterade med rotröta där mycelet trängt in genom ytliga sår, t. o. m. belägna högt upp på stammen.

Trampskador undersöktes av VON HOPFFGARTEN. Icke i något fall kunde *P. annosus* isoleras. Om rötskador över huvud taget förekommo, voro de förorsakade av andra svampar, såsom *Lenzites sepiaria* och *Polyporus borealis*.

ROHMEDER (1937) anser, att kreaturen göra skada dels på så sätt, att marken tilltrampas, varigenom genomluftningen försvåras, vilket medför större risk för att rotsystemet skall dö bort. Genom betet befordras alltså rotrötan indirekt. Dels skadas de ytliga rotsystemen direkt genom kreaturstrammet. I på dylikt sätt skadade rötter uppträder dock enligt ROHMEDER ej *P. annosus* utan särsaprophyter (*Polyporus borealis*, *P. pini*, *P. pinicola*, *Stereum sanguinolentum* m. fl.) såsom skadegörare.

Enligt LAGERBERG (1936) kunna såväl drivningarna som kreatursbete medföra en ökning av rotrötefrekvensen. Även i dessa fall torde det dock företrädesvis röra sig om indirekta skador på rotsystemen, förorsakade genom t. ex. ett ofta återkommande tryck på de djupare liggande rötterna.

Möjligheten för *P. annosus* att taga sig in genom ytliga rötskador har närmare undersökts på ett par olika platser i landet. Rötterna borrades

Tabell 1. Förekomst av röta i rötter med ytliga skador.
Vorkommen von Fäulnis in Wurzeln mit oberflächlichen Schäden.

Plats Ort	Antal undersökta rötter Anzahl untersuchter Wurzeln	Antal rötter med rötskada Anzahl Wurzeln mit Fäulnisschäden	Rötter med röta Wurzeln mit Fäulnis		<i>P. annosus</i> isolerad <i>P. annosus</i> isoliert
			perifer peripher	central zentral	
Tönnersjöhedens försökspark, Hall.....	31	6	0	6	1
Lerum, Vg.....	12	5	4	3	0
Lilljansskogen, Upl.....	32	15	4	12	2 ¹
Åsäng, Ång.....	29	7	3	4	2 ²
Summa Summe }	104	33	11	25	5

¹ den ena ur rot med både perifer och central röta, den andra ur rot med central röta.

² ur rötter med central röta.

strax ovanför skadan, som i flertalet fall torde ha varit åtskilliga år gammal. Som synes av tab. 1 äro de flesta rötterna friska, och antalet rötter med perifer röta, alltså röta som kan tänkas stå i omedelbart samband med skadan, är förhållandevis litet. Rötorna i rötternas inre delar ha sannolikt i de flesta fallen, kanske i alla, ej alls med den tekniska skadan att göra. En mikroskopisk undersökning av en del borrhåll visade, att *P. annosus* endast kunde isoleras ur en av rötterna, som hade både central och perifer röta. Huruvida skadan i detta fall verkligen utgjort ingångsporten för svampen kunde dock icke avgöras. F. ö. påträffades *P. annosus* blott i ytterligare fyra fall, alla med central röta.

Rotrötans utbredning på den i tab. 1 omnämnda lokalen vid Åsäng i Nordingrå socken, Ångermanland, framgår närmare av fig. 6. Området användes som betesmark och är genomdraget av flera stigar, som övertväras av rötter med betydliga kör- och trampskador. Tolv av dessa granar med rotskador ha markerats på figuren. Som synes ha endast tre därav stamröta (varav två med *P. annosus*), de övriga nio granarna äro friska. Någon tydlig lokalisering av de *annosus*-skadade träden utefter stigarna kan ej heller märkas. Längs den mest upptrampade stigen A—B saknas *annosus*-granar helt och hållet.

Någon infektionsport av betydelse för *P. annosus* synas sålunda icke dylika ytliga skador vara. Till detta resultat kommo även JÖRGENSEN, LUND och TRESCHOW (1939) genom särskilda försök. Genom att skära bort sidorötter eller skära upp barkstrimlor på de horisontala sidorötterna på 15-åriga granar och i såren placera mycel av *P. annosus* gjorde de danska forskarna en ytlig infektion av levande rotvävnad. Alla dessa infektioner, inalles ett 80-tal, utföllo negativt. Vid undersökning efter 1½ år kunde någon svampstillväxt i den ytliga rotvävnaden ej konstateras.

Samma resultat har erhållits vid liknande försök med *P. annosus* på Tönnersjöhedens försökspark. I ytligt sårade rötter på 49-åriga granar var mycelet helt inkapslat på grund av riklig kådutgjutning, och någon röta kunde ej iakttagas ett år efter det infektionen företagits.

b) *Infektion genom hjärtrötterna.*

På 14 st. 15—20-åriga granar utförde JÖRGENSEN och hans medarbetare följande försök. Rotsystemet frilades och den döda hjärtröten avsågades delvis. På snittytan lades mycel av *P. annosus*, varefter såret pressades ihop. Efter 1½ års förlopp fälldes träden och sektionerades. Det visade sig därvid att i nio av träden hade svampen vuxit in i stubben, fortsatt upp i stammen och förorsakat den för *P. annosus* typiska röt bilden. I ett flertal fall kunde svampens konidiestadium påvisas efter renodling av mycel från den angripna veden. Rötan hade trängt upp 20—50, i ett fall 60—70 cm i

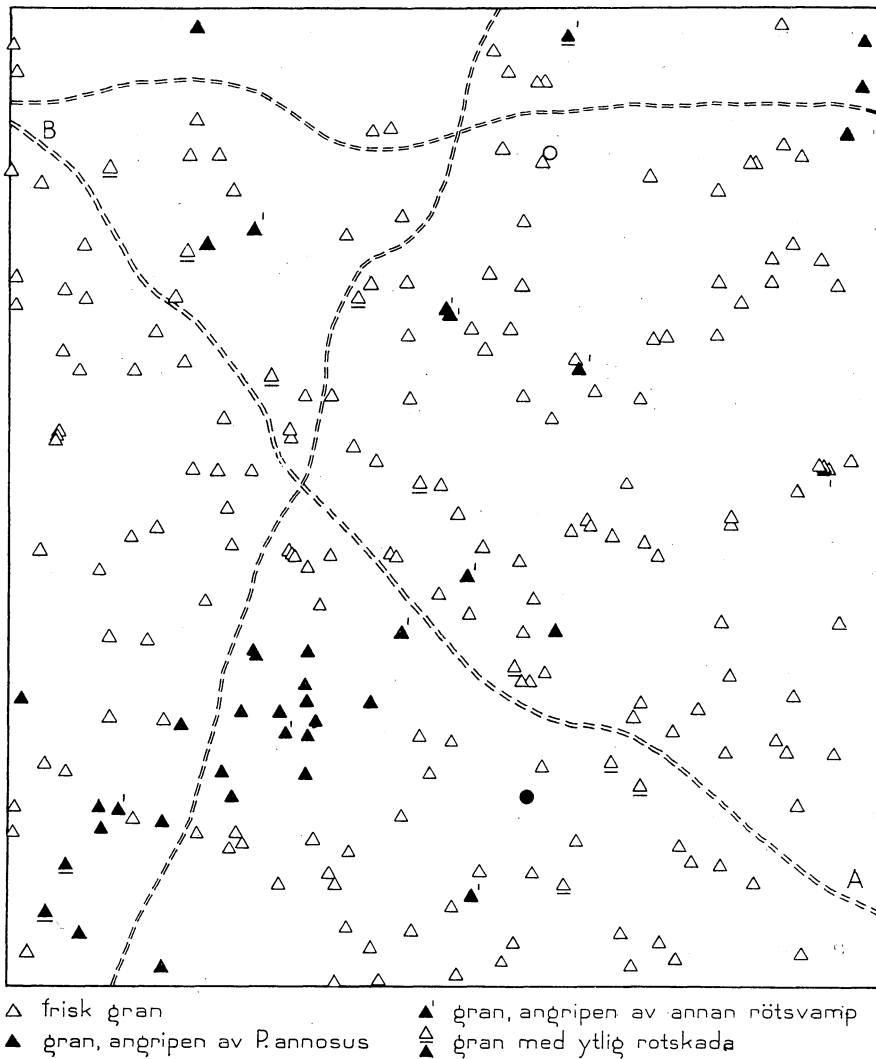


Fig. 6. Provytan vid Åsäng, Ång. Området genomkorsas av kreatursstigar, av vilka stigen A—B är den mest använda.

Die Probestfläche bei Åsäng, Ängermanland. Das Gebiet wird von Viehpfaden durchkreuzt. Der Pfad A—B ist der am meisten benutzte.

stammarna, men endast mycket obetydligt spritt sig i sidled ut i de horisontala rötterna.

c) *Analys av rötskadade stubbar.*

Nyss nämnda infektionsförsök kompletterades med analyser av rötskadade stubbar. Genom att gräva upp ett antal stubbar av *annosus*-infekterade

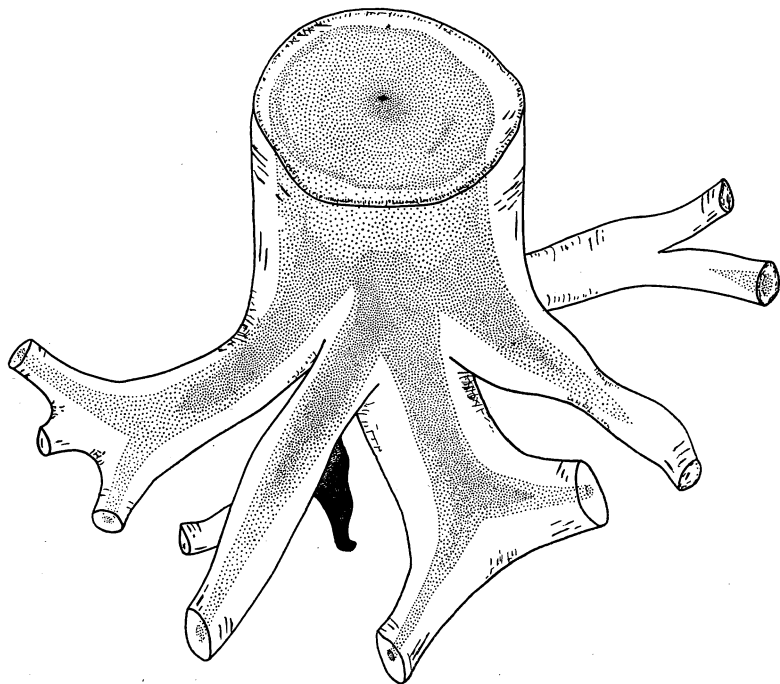


Fig. 7: Schematisk framställning av rötan i en granstubbe från Docksta, Ång.
Schematische Darstellung der Fäule in einem Fichtenstubben bei Docksta, Ängermanland.



Fig. 8: Två granrötter, angripna av *P. annosus*. Rötan förekommer huvudsakligen i den nedre delen av kärnveden.
Zwei Fichtenwurzeln, von *P. annosus* angegriffen. Die Fäulnis kommt hauptsächlich in dem unteren Teile des Kernholzes vor.

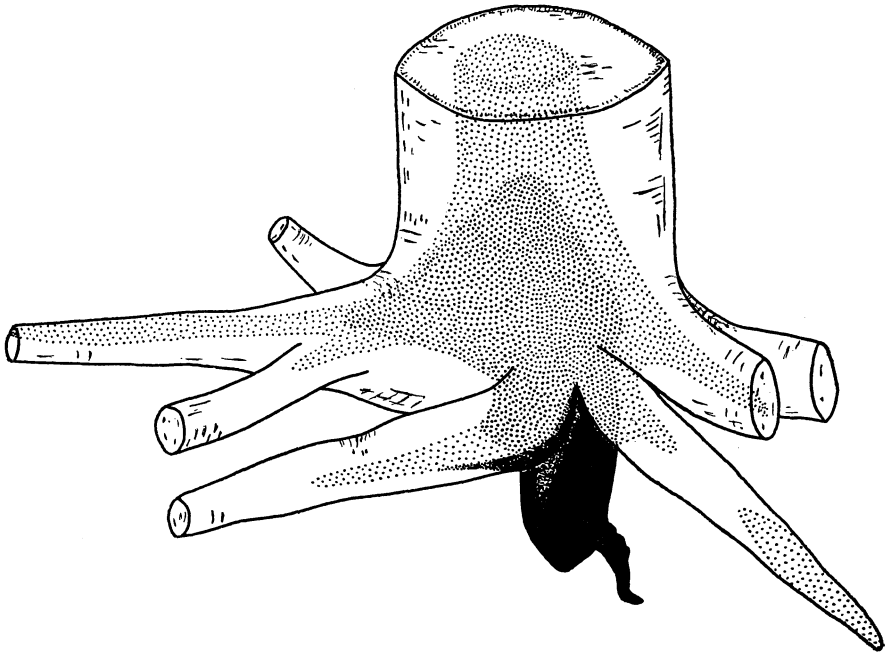


Fig. 9. Schematisk framställning av rötan i en granstubbe från Mörby, Uppl.
Schematische Darstellung der Fäule in einem Fichtenstubben bei Mörby, Uppland.

granar kunde de danska forskarna med stor sannolikhet påvisa, att svampen måste ha trängt in genom de från stubbens undersida utgående hjärtrotterna. Från dessa rötter fortsatte svampen in i stubbens kärnved och även ut genom de horisontala sidorötterna, som alltså blevo sekundärt infekterade.

Dylika analyser av rötskadade stubbar ha även företagits på några olika platser i vårt land och synas till fullo bekräfta de danska forskarnas uppgifter. På fig. 7 har rötans utbredning i en stubbe angivits schematiskt.

Genom den helt ruttna hjärtroten på stubbens undersida har mycelet tagit sig in i stubben och därifrån spritt sig upp genom stammen och även centrifugalt sökt sig ut i de flesta sidorötterna. En rot var i spetsen angripen av en ej närmare undersökt rötsvamp. Endast ett par rötter voro friska. Som synes av fig. 8, förekommer rötan i sidorötternas kärnved.

Ett ungefär likartat förlopp har rötan i stubben på fig. 9. Hjärtroten är helt upprutten och har tydligen tjänat som ingångsport. Stubbens inre var omvandlat i en kraftig röta, som dels spritt sig upp genom stammen, dels ut i rötterna. Av dessa voro endast två friska intill stubben, i de övriga hade rötan trängt mer eller mindre långt ut. En rot var dessutom angripen i spetsen, och i en rot gick rötan upp till rotens ovsansida. Huruvida rötan i dessa



Fig. 10. Granrot, angripen av *P. annosus*. Rotens undre del helt bortruttnad.

Fichtenwurzel, von *P. annosus* angegriffen. Der untere Teil der Wurzel ganz vermorscht.

båda rötter var försakad av *P. annosus*, som genom särskild isolering påvisades i stubbens inre, har ej närmare undersökts. Av fig. 10 framgår utseendet av en av de svårast angripna rötterna från stubbens undre del. Den nedre delen av roten är helt bortruttnad.

I rotveden hade rötan tillväxt betydligt långsammare än i stammen. Medan rötan i den senare hade hunnit 3 à 4 m upp, hade den i rötterna ej nått längre ut än 20—30 cm, högst 45 cm.

Dessa infektionsförsök och analyser av rötskadade stubbar visa alltså, att rottrötesvampen växer in genom död vävnad, i första hand de döda hjärt-rötterna på stubbens undersida. Men även genom sidorötterna och andra mindre rötter torde svampen kunna taga sig in, under förutsättning att de äro döda eller försvagade. *P. annosus* är alltså till sin karaktär i huvudsak en saprofytt.

4. Rottrötesvampen som parasit.

Rottrötans normala uppträdande på gran i Sverige företer ett kroniskt förlopp. Sedan svampen trängt in i rotsystemet, fortsätter mycelet upp i

stammens kärnved och kan där växa i åtskilliga år, i många fall t. o. m. utan att några yttre tecken på angrepp kunna iakttagas hos trädet.

Av beskrivningar på rotrötans framfart i Tyskland (HARTIG 1878, VON HOPFFGARTEN 1933 m. fl.) och i Danmark (ROSTRUP 1902) att döma har sjukdomen i många fall ett mycket hastigt förlopp. Redan på 2 à 3 år, ja t. o. m. på en sommar, kan svampen döda de angripna träden.

På detta sätt kan *P. annosus* även uppträda i vårt land. I synnerhet drabbar detta sjukdomsförlopp unga träd, där kärnved ännu ej hunnit utbildas. Svampen har alltså förmåga att döda den levande splintveden och kan under dessa omständigheter betraktas såsom parasit. Det perifera rotsystemet angripes och de vattenförande splintvedscellerna dödas under inverkan av svampens enzym. Rötan sprider sig snabbt genom rotsystemet, och så snart den nått fram till rothalsen, är trädets öde beseglat. Barren gulna, och trädet torkar på rot utan att en stamröta hinner utvecklas. Var svampens ingångsport är att söka i dylika fall har ej säkert konstaterats. Givetvis utnyttjar den döda och skadade partier, om sådana finnas, men kanske även helt frisk vävnad hos små rötter (ROLL-HANSEN 1940). Kärnved behöver i varje fall icke förekomma.

Förutom hos unga träd uppträder rotrötan med detta akuta förlopp även hos äldre träd, både gran och tall, ehuru mera sällsynt. På Ericsbergs säteri i Södermanland förekommer rotröta på detta sätt i ett växtligt granbestånd. Där kunna träden dödas av svampen på ett par månader. På planterad ca 50-årig gran vid Listerby i Blekinge har jag iakttagit samma snabba förlopp av rotrötan. Flerstädes i Skåne uppträder den även på detta sätt.

Äldre tall är i regel motståndskraftig mot rotröta. Men på sandmark inom vissa områden av Blekinge, Halland och Skåne angripes den mycket svårt av rotröta ännu i 40—50-årsåldern. På grund av sjukdomens snabba förlopp hinner en stamröta nästan aldrig utbildas, utan tallarna torka på rot. Till rotrötans uppträdande på tall återkommer jag utförligare på sid. 74.

Om *P. annosus* uppträder som saprofytt eller parasit torde i första hand bero på de yttre betingelserna, på ekologiska och klimatiska förhållanden. En mycket stor roll spelar säkerligen värdväxtens tillstånd och utveckling. Några bevis för att det skulle finnas olika raser av svampen, en med saprofyttisk och en med parasitisk tendens, ha ej presterats. Visserligen fann ROLL-HANSEN, att en del stammar vid infektionsförsök hade större virulens än andra, men de hade i övrigt liknande egenskaper som andra isolerade mycel.

KAP. III. ROTRÖTANS FÖREKOMST OCH TILL- VÄXT I TRÄDET.

I. Yttre tecken.

Vid infektion genom de döda centrala delarna av rotsystemet får rotrötan, som tidigare nämnts, i regel ett ganska långsamt förlopp. Rötan tillväxer i stammens döda kärnved, huvudsakligen i fiberns längdriktning. Så länge det syrekrävande mycelet växer i kärnveden, står det i förbindelse med de med tiden ihåliga rötterna, varigenom lufttillförseln från marken kan försiggå tämligen obehindrat. Splintveden däremot har till en början normal vattenhalt på grund av att den del av rotsystemet, som ombesörjer vattenupptagningen, länge förblir intakt, och f. ö. kunna nybildade adventivrötter vidmakthålla vattenförsörjningen. Genom att rotsystemet alltmer förstöres, försvåras emellertid vattenförsörjningen. Splinten börjar gradvis att torka ut, och mycelet växer ut genom splintveden och angriper åtminstone lokalt kambiet och den utanför liggande barken, vilket sätter sin prägel även på trädets utseende.

Sedan gammalt ha en del yttre kännemärken ansetts karakteristiska för närvaron av rotröta. De viktigaste äro rotansvällning, kådutgjutning på nedre delen av stammen, korta toppskott och riklig kottsättning. I långt framskridet stadium börjar även barmmassan att gulna, varigenom hela trädet får ett sjukligt utseende och till slut dör.

Ett rötskadat träd behöver emellertid icke förete några yttre skador eller tecken på sjukdom. En till det yttre vacker och växtlig gran med normala toppskott kan vid borring visa sig hysa en t. o. m. långt avancerad röta. Å andra sidan behöver ej ett kraftigt kådflöde eller ett allmänt dåligt utseende på en gran betyda, att den är angripen av rotröta. ROHMEDEK (1937) har visat, att det är mycket vanskligt att enbart efter trädets utseende avgöra deras sundhetstillstånd. Granar med röta i ett ej alltför långt framskridet stadium bedömas gärna som friska. Samma erfarenhet har säkert varje skogsman gjort.

2. Röt bilden i trädet.

Mycelet växer snabbast i trädets längdriktning, noga följande fiberförloppet. En sektion av en *annosus*-angripen gran har ofta det på fig. 11 avbildade utseendet. Rötan har i detta fall kommit in från stubbens undersida och har i denna brett ut sig tämligen likformigt över hela kärnvedspartiet. I stammen växer den centralt kring märgen men delar snart upp sig i skilda stråk med en karakteristisk rödviolettfärg. På ett tvärsnitt yttrar sig rötan som ett ringformigt parti, bestående av ett större eller mindre antal års-

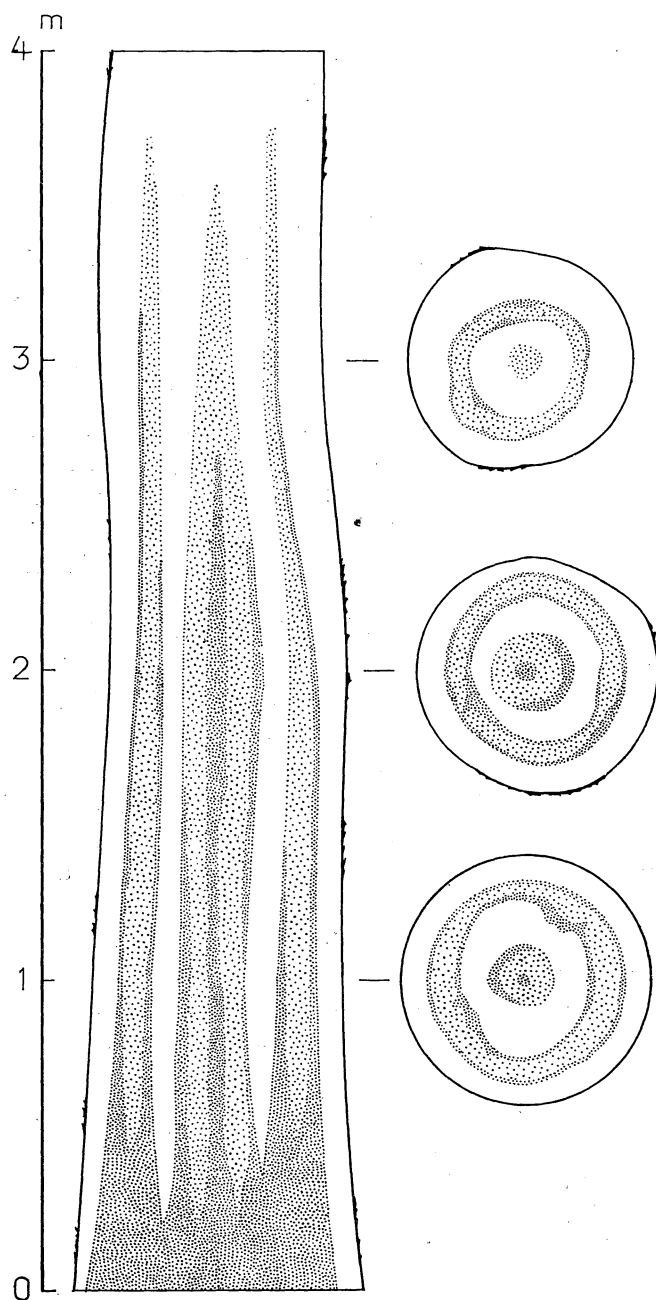


Fig. 11. Sektion av en gran med rotröta i ett tidigt stadium.
Sektion einer Fichte mit Wurzelfäule in einem frühen Stadium.

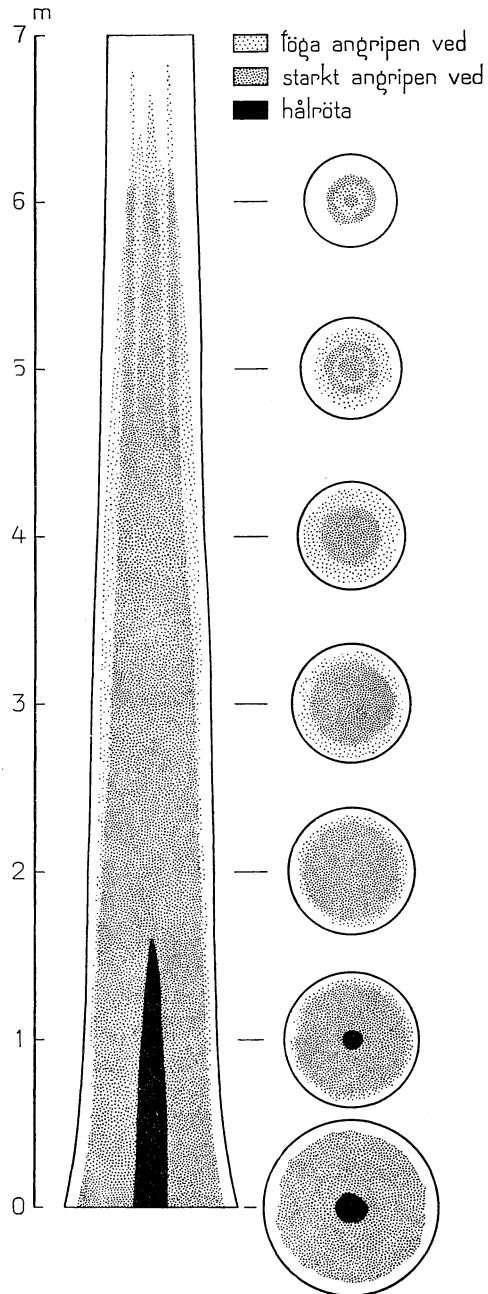


Fig. 12. Sektion av en gran med långt avancerad rotröta.
Sektion einer Fichte mit weit vorgeschrittener Wurzelfäule.

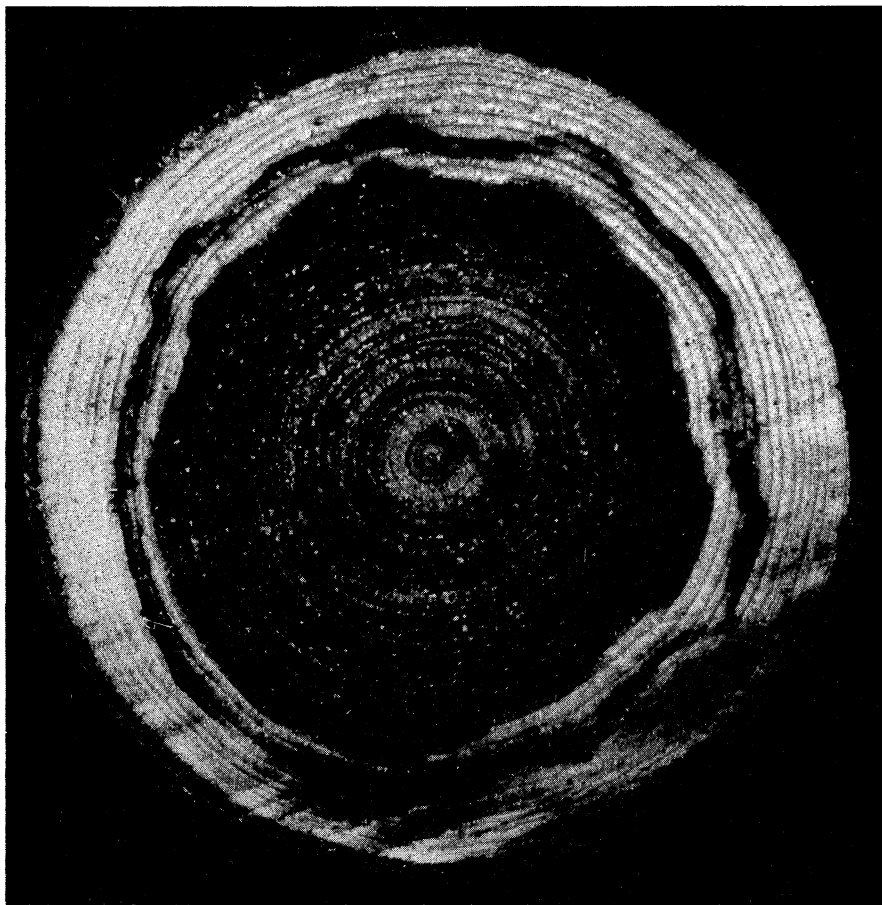


Fig. 13. Sektion av granstam, angripen av *P. annosus*.
Querschnitt eines von *P. annosus* angegriffenen Fichtenstammes.

ringar. Ett par dylika ringar kunna finnas utanför varandra. Så småningom förtonar den violetta färgen i trädets normala friska färg.

En gran med röta i ett längre framskridet stadium visas på fig. 12. Rötan bildar här en enhetlig kropp utom längst upp, där den delar upp sig i skilda stråk. Längst ned är stammen ihålig i centrum.

I rötans första violetta stadium är veden knappast alls påverkad, och enligt kokförsök går dylik ved att använda till sulfitmassa. Fiberns styrka är nämligen icke försvagad (JOHANSSON 1942). I likhet med massa, tillverkad av blåyteskadad ved, kräver den dock starkare blekning än massa, tillverkad av frisk ved.



Fig. 14. Ved, angripen av *P. annosus*. T. v. svarta fläckar i veden, t. h. längre framskridet stadium med stora håligheter i veden.

Holz, von *P. annosus* angegriffen. Links schwarze Flecke im Holz, rechts ein vorgeschrittneres Stadium mit grossen Höhlungen im Holz.

När rötan blir något äldre, flyta de skilda rötstråken tillsammans och färgen övergår i centrum till ljusbrun eller rödbrun, medan den violetta färgen kvarstår utanför som en särskild zon (fig. 13). Nu uppträda även i större antal svarta fläckar och linjer, uppfyllda av hyfer, i den rötskadade veden (fig. 14). Kring dessa partier förtäres i första hand ligninet, medan cellulosan blir kvar som en ljusare, till slut snövit beklädnad i håligheterna. Till sin karaktär är rotrötan alltså en fläck- eller korrosionsröta.

Den fasta ljusbruna rötan har en viss tendens att spricka sönder längs årsringarna. Så småningom blir rötan mjuk och är i sitt slutstadium porös (fig. 14) och med ringa volymvikt. Enligt STORCK (1937) har den rötskadade veden en volymvikt på 0,2—0,4, medan volymvikten hos frisk ved är 0,45—0,60. I långt framskridet stadium är enligt analyser av FALCK och HAAG

Tabell 2. Lumpad längd och volym i en avverkad granpost samt värdeminskningen till följd av röta.

Gesundgeschnittene Länge und Volumen eines abgetriebenen Fichtenpostens.

Träd nr	Diam. 1,3 m från marken	Hela trädets längd m	Rötans längd m	Lumpad längd	Lumpad volym	Beräknad värdeminskning i % av rotvärdet
Baum Nr.	Durchmesser 1,3 m von Boden	Länge des ganzen Baumes	Länge der Fäulnis	gesund-geschnittene Länge %	gesund-geschnittenes Volumen %	berechnete Wertminderung in % des Verkaufswertes
1	16	16,5	7	43	67	42
2	21	17,5	5,5	31	53	44
3	14	14,5	7	48	73	41
4	19	16,5	5,5	33	56	43
5	23	19	5,5	29	50	45
6	21	17	7	41	65	50
7	20	16,5	6	36	60	45
8	14	14	6	43	67	40
9	15	16	5,5	34	57	39
10	27	21	7	33	56	55
11	16	16	7,5	47	72	43
12	19	16	4	25	44	35
13	15	14	3,5	25	44	33
14	15	15,5	7,5	48	73	42
15	19	17	7	41	65	42
16	22	20	7,5	38	61	49
17	16	16	5	31	53	39
18	10	7,5	5	67	89	35
19	18	16,5	6	36	60	44
20	12	14,5	5,5	38	62	35
21	11	10	3	30	51	34
22	12	11	6,5	59	83	40
23	8	6,5	4,5	69	91	34
24	7	5	3	60	84	33
Medeltal } Mittel }		14,75	5,73	38,9	60,4	

(1927) kvoten mellan cellulosa och lignin ungefär densamma som i frisk ved. Så småningom angripes alltså även cellulosan av *P. annosus*.

I det mjuka porösa stadiet är rötan vanligen rik på vatten, som sannolikt tages upp kapillärt ur marken. Ofta fortskrider rötprocessen ännu längre, så att en central hålighet bildas, som går en à två m upp i stammen (fig. 12). En dylik kraftig förstörelseprocess torde sällan vara ett verk av enbart rot-rötesvampen. I äldre *annosus*-rötter påträffas nämligen ofta även mycel av andra rötsvampar. Framför allt torde honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, vara delaktig i den fortsatta nedbrytningsprocessen (FALCK 1930, LAGERBERG 1935). Bakterier äro även mycket vanliga i mera avancerade stamrötter, tydande på att det sista stadiet av nedbrytningen ombesörjes av ett flertal organismer.

3. Rötans utsträckning i trädet.

Rotrötans stora ekonomiska betydelse beror ju på att den angriper den värdefullaste delen av granen, så att utbytet av timmer och prima massaved minskas. Är rötan långt framskriden, kan veden ej heller användas till sulfatved utan kan på sin höjd utnyttjas som sekunda brännved. I ett bestånd, som nått avverkningsbar ålder, har rötan ofta hunnit 5 à 6 m upp i trädet, ibland ännu längre. Exempel finnas på att rötan genomvävt praktiskt taget hela trädet från stubben och upp i toppen.

I en föregående uppsats (RENNERFELT 1945) visades, att medeltalet för den på grund av röta bortlumpade delen av stocken vid tvenne avverkningar i Nordingrå socken, Ångermanland, utgjorde 3,9 resp. 5,36 m. I enstaka fall gick rötan 8—8,5 m upp i stammen. På Tönnersjöhedens försökspark lumpades vid gallring i ett ca 40-årigt bestånd i medeltal 3,12 m bort på grund av röta. I de flesta fallen gick rötan mellan 2,5 och 4,5 m upp i träden, endast i ett fall sträckte den sig 7 m upp. I Lanforsbeståndet på Alkvettern lumpades enligt PETRINI (1944) 3,45 resp. 2,54 m på grund av röta motsvarande 15,6 resp. 11,9 % av trädens längd.

Som framhållits av PETRINI, är det emellertid de rötskadade trädens dimension, som spelar den största rollen. På grund av högre rotvärde blir den ekonomiska förlusten större för ett träd i timmerdimension än för ett träd med klenare dimension. På en mindre post rötskadade träd från Ulfviks by i Nordingrå socken har en dylik beräkning genomförts¹ (tab. 2). Rötans utsträckning utgjorde i medeltal 5,73 m eller 38,9 % av trädens längd. Den lumpade volymen utgjorde 60,4 %, sålunda en mycket ansevärd förlust av prima virke. Värdeminskningen till följd av rötan grundar sig på 1938 års priser i Värmland. Även om dessa icke helt överensstämmer med priserna i Norrland, torde siffrorna vara av riktig storleksordning. Som tabellen visar, uppgår värdeminskningen till följd av rötan hos de flesta träden till mellan 40 och 50 % av rotvärdet.

4. Rotrötans tillväxthastighet i trädet.

En betydelsefull fråga är hur snabbt rotrötemycelet tillväxer i stammen. Mycket approximativt kan tillväxthastigheten bestämmas genom att man antar, att svampen börjar infektera trädet, så snart som kärnveden utbildas. På detta sätt beräknade LAGERBERG (1936) den årliga tillväxten till 13 cm. Detta utgör dock som LAGERBERG själv framhåller, ett minimivärde, och i andra fall har han fått värden på ca 30 cm.

En säkrare uppfattning om mycelets tillväxthastighet kan erhållas genom att man borrar in mycel av *P. annosus* i stammen på friska träd och efter en

¹ Beräkningen har välvilligt utförts av professor PETRINI.

Tabell 3. Rotrötans tillväxthastighet, undersökt genom inborrning i trädet.
Die Zuwachsgeschwindigkeit der Rotfäule, durch Einbohren in den Baum untersucht.

Plats Ort	Trädet infekterat med Der Baum infiziert mit	Avverk- ning ef- ter antal mån. Abtrieb nach Anzahl Monate	Rötans till- växt i cm från ymp- stället Zuwachs der Fäulnis in cm von der Impf- stelle		Anm.
			uppåt auf- wärts	nedåt abwärts	
Tönnersjöheden, trakt 32 b Bon. II Beståndets ålder 48 år	renkultur	13	18	27	<i>P. annosus</i> ej isoler.
	»	13	27	55	» + <i>Tricho-</i> <i>derma.</i>
	»	13	17	19	»
	fruktkropp	13	—	—	veden steril
	borrspån 127	13	15	28	<i>P. annosus</i> + bak- terier
	renkultur	25	43	49	<i>P. annosus</i>
	»	25	64	52	rötan ej undersökt
	»	25	54	80	<i>P. annosus</i>
	fruktkropp	25	25	38	rötan ej undersökt
	borrspån 127	25	12	10	» » »
Åsäng, Ång..... Bon. III Beståndets ålder omkring 50 år	renkultur	12	15	33	<i>P. annosus</i>
	»	12	42	16	»
	»	12	29	53	»
	borrspån 146	12	19	28	»
	renkultur	25	118	132	»
	»	25	—	—	veden steril
	»	25	39	71	rötan ej undersökt.
borrspån 152	25	216	112	ej <i>P. annosus</i>	

viss tid avverkar de infekterade träden och undersöker rötans utbredning. Dylika försök ha utförts av JÖRGENSEN, LUND och TRESCHOW (1939). Under sterila förhållanden inborrades mycel dels i rötter, dels i stammen på friska träd. En analys efter 1½ år visade, att rötan i flera fall hade spritt sig från infektionsstället. I sidorötterna hade mycelet utbredd sig långsamt, 10—20 cm i vardera riktningen från infektionsstället. Den täta och hartsrika rotveden försvårar sålunda i hög grad mycelets framträngande. I stammarna däremot hade rötan i flera fall tillväxt sammanlagt 2—2½ m. Under gynnsamma förhållanden beräknar sålunda JÖRGENSEN, att rottrötan kan tillväxa med ca 1 m per år i stammen.

Liknande försök som dessa danska ha även utförts på ett par håll i vårt land, nämligen dels på Tönnersjöhedens försökspark i en granskog av bonitet II och dels vid Åsäng i Nordingrå socken på gran av bonitet III.

Under sterila förhållanden (MÜNCH 1910) inympades med tillhjälp av en tillväxtborr i ett antal friska träd mycel av *P. annosus* ungefär vid bröst-

höjd. Infektionen ägde rum med olika slags material: 1) med träpinnar be-
vuxna med en renkultur av *P. annosus*. 2) med borrhspån tagna ur *annosus*-
angripna träd på resp. provytor. 3) med bitar av en fruktkropp (endast på
Tönnersjöheden).

Infektionen på Tönnersjöheden gjordes den 17.5. 1943 och vid Åsäng
den 19. 7. 1943. Med ca ett års mellanrum ha provträd avverkats, och rötans
tillväxt studerats. I flera fall har även en renodling av mycelet företagits,
för att man skall kunna säkert taga reda på om rötan förorsakats av *P. annosus*
eller ej.

Resultaten återfinnas i tab. 3. Som synes har tillväxten försiggått mycket
ojämnt. I en del fall hade tillväxt över huvud taget icke ägt rum, och i flera
andra var tillväxten av ringa omfattning. Hindrande verka dels kvistar,
dels kåda, som avsevärt rikligt vid ett par tillfällen vid inborrningen.
Troligen har även infektionsmaterialet varierat i fråga om livskraft och
tillväxtförmåga.

På Tönnersjöhedens försökspark uppmättes en längsta tillväxt efter 13
månader på 55 cm och efter 25 månader på 80 cm, vilket gör 40 cm per år.
Vid Åsäng var den längsta tillväxt, som säkert förorsakats av *P. annosus*,
efter 12 månader 53 cm och efter 25 månader 132 cm eller ca 65 cm per år.
I de flesta träden hade rötan tillväxt hastigare nedåt än uppåt.

Eftersom mycelet endast med svårighet breder ut sig i radiell riktning,
var den av röta angripna volymen ännu ganska liten. I regel förlöpte rötan
som ganska smala stråk genom stammarna. På fig. 15 och 16 har rötans ut-
bredning i några av provträden återgivits schematiskt. Efter två år kan en
tendens hos rötan att följa årsringarna spåras. En uppskattning av den röt-
angripna ytans storlek ungefär vid infektionsstället återfinnes här nedan:

Tönnersjöheden	gran nr 75, 13 mån.....	3,9 % av tvärsnittet		
»	» » 180, 25 »	13,9 %	»	»
Åsäng	» » 72, 12 »	1,1 %	»	»
»	» » 95, 25 »	21,9 %	»	»

Under det första året var blott en mycket liten del av tvärsnittet infek-
terad, men under det andra året hade mycelet även börjat sprida sig i radiell
riktning. Ännu efter två år var dock rötan i flertalet fall fast och yttrade sig
som en rödviolettfärgning av veden. I den mest avancerade rötan vid Åsäng
började emellertid veden bliva något lösare än den friska veden.

I ett av träden vid Åsäng fanns en röta (den sista i tab. 3), som på 25
månader vuxit icke mindre än 216 cm upp i stammen från ympstället, alltså
per år mer än 1 m. Detta träd hade infekterats med ett borrhspån från gran
nr 152, som enligt en särskilt företagen analys visade sig innehålla *P. annosus*.
Vid provtagning av rötan ur det infekterade trädet erhöles emellertid ett

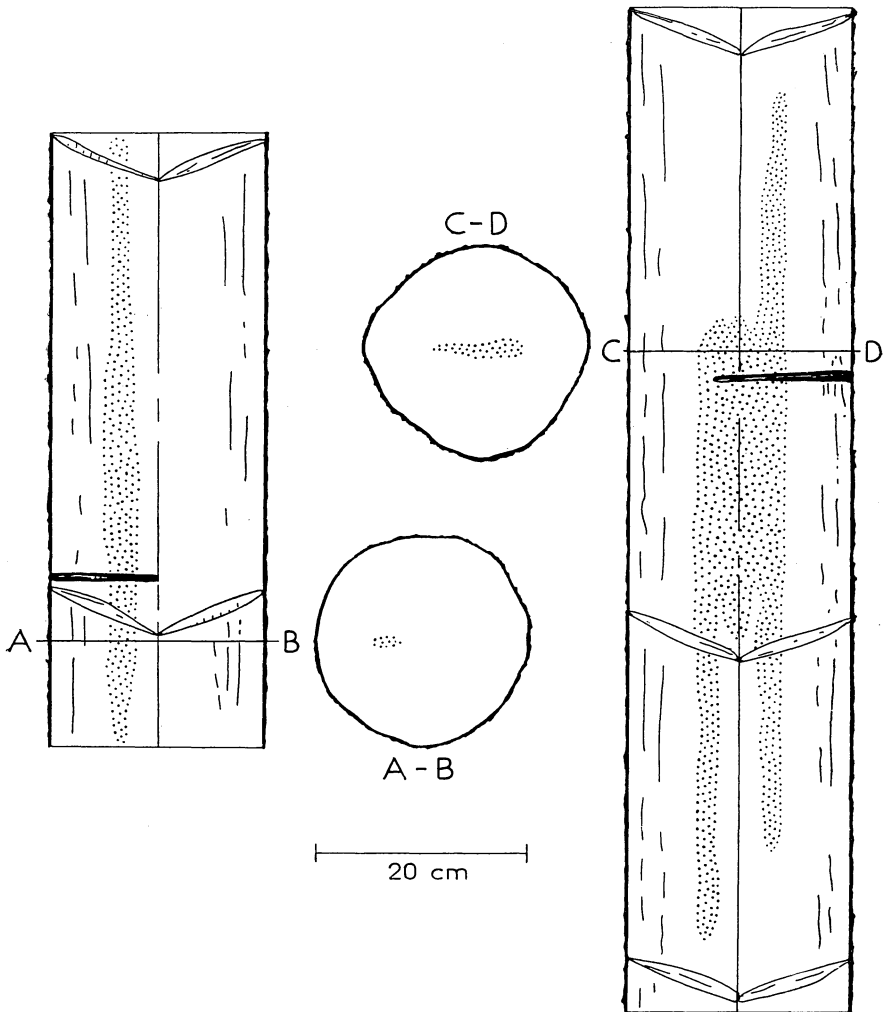


Fig. 15. Utbredningen av *annosus*-mycel 12 månader efter inympningen i stammen. T. v. gran nr 72 i Åsäng, t. h. gran nr 75 på Tönnersjöheden.
Die Ausbreitung des *annosus*-Myzels 12 Monate nach der Einimpfung in den Stamm. Links Fichte Nr. 72 in Åsäng, rechts Fichte Nr. 75 in Tönnersjöheden.

mycel med riklig söljebildning och även i andra avseenden av en annan typ än *P. annosus*. Möjligen kan den gran, varur borrhålet tagits, förutom rottickan ha hyst ytterligare en rötsvamp, som vid infektionen tagit överhanden över *P. annosus*.

Som tidigare nämnts, kan *annosus*-mycelet enligt de danska undersökningarna tillväxa med en hastighet av ca 1 m per år. Så höga värden ha ej erhållits i mina försök, och på grund av hårdare klimat m. m. bör även den

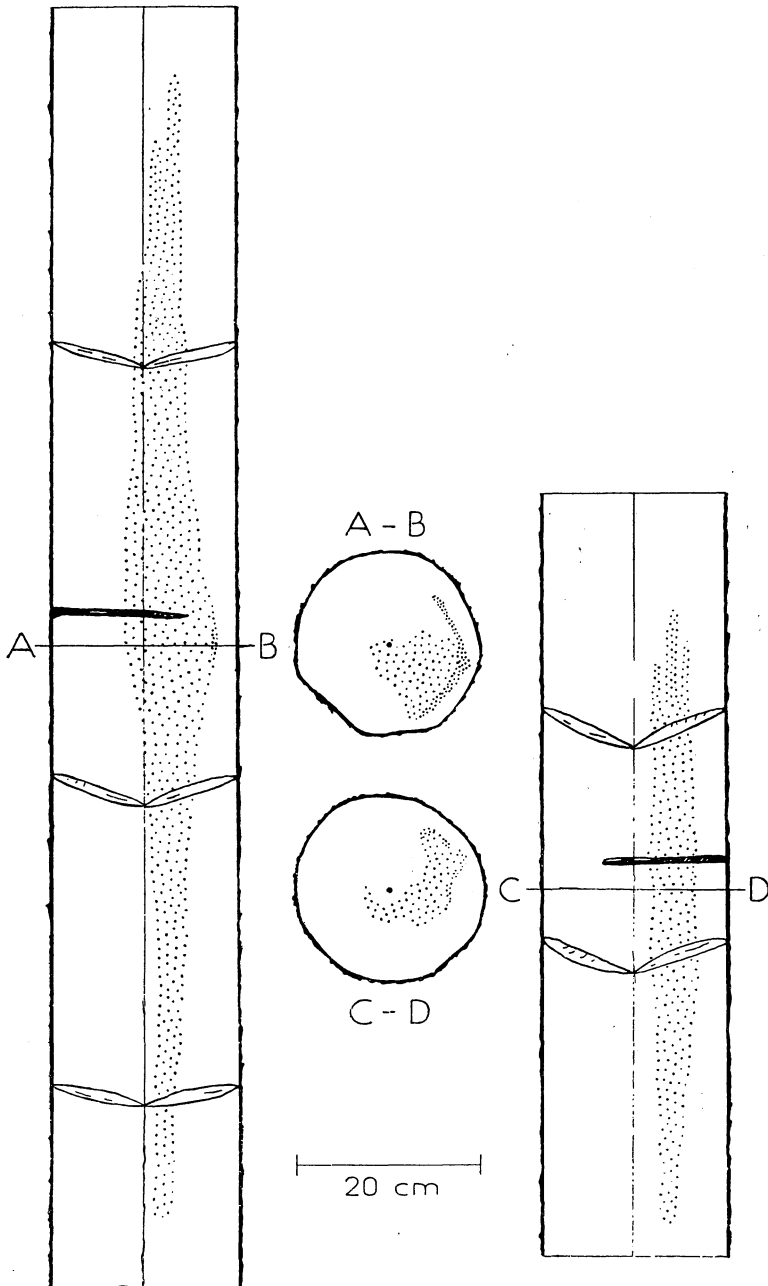


Fig. 16. Utbredningen av *annosus*-mycel 25 månader efter inympningen i stammen. T. v. gran nr 95 i Åsäng, t. h. gran nr 180 på Tönnersjöheden. Die Ausbreitung des *annosus*-Myzels 25 Monate nach der Einimpfung in den Stamm. Links Fichte Nr. 95 in Åsäng, rechts Fichte Nr. 180 in Tönnersjöheden.

årliga tillväxten i vårt land vara mindre. Under gynnsamma omständigheter kan emellertid tillväxthastigheten nå ett värde av åtminstone 50—60 cm per år.

Det kan vara av intresse att försöka göra en beräkning av rötans ålder i det ca 60-åriga bestånd, som behandlades i tab. 2. Rötan hade där i genomsnitt nått 5,73 m upp i träden. Om vi antaga, att tillväxthastigheten i medeltal är 40 cm per år, ett värde som torde ligga i underkant, och vidare att tillväxthastigheten är konstant, har *P. annosus* behövt ca 14 år för att komma 5,7 m upp i stammen. Om vi dessutom antaga, att rötan behöver 5 à 10 år för att passera genom stubben, skulle träden infekterats för 20—25 år sedan, alltså vid 35 à 40 års ålder. Vid denna ålder torde granen i Ångermanlands kustland i regel ha utbildat kärnved.

KAP. IV. ROTRÖTANS GEOGRAFISKA UTBREDNING.

Enligt FERDINANDSEN och JÖRGENSEN (1939 s. 362) har *P. annosus* en vidsträckt utbredning, i Europa huvudsakligen norr om Alpena. Särskilt svårt härjar den i Nordtyskland, Danmark och England. Den är även allmän i Norge, Finland och de baltiska staterna, i Polen, Tjeckoslovakiet, Holland och Belgien. I Sydtykland, Frankrike, Schweiz och Ryssland synes den spela en mindre roll.

Den är även känd från Mindre Asien och Himalaya samt angriper nästan alla i Nordamerika förekommande barrträd. I U.S.A. hör den dock icke till de ekonomiskt viktigaste svamparna; där spela *P. pini* och *P. Schweinitzii* större roll som skadegörare (HUBERT 1931, BAXTER 1943).

Beträffande rotrötans utbredning i Sverige skriver LAGERBERG (1923), att *P. annosus* med säkerhet är spridd från Skåne ända längst upp till Norrland, ehuru dess egentliga betydelse sannolikt inskränker sig till landets södra hälft. Utan tvivel spelar *P. annosus* för både kultur- och naturskogarna i landets södra delar en mycket stor roll. Sedan gammalt har särskilt granskogen på Omberg rykte om sig att vara svårt rötskadad (NILSSON 1896). Emellertid finnas även stora områden i landets norra delar, där *P. annosus* otvivelaktigt anställer stora skador. I första hand är det fråga om de växtliga granskogarna på siluområdena kring Siljan och Storsjön samt grönstensmarkerna i kusttrakterna av Medelpad och Ångermanland.

En närmare kännedom om utbredningen och frekvensen av rotrötan är av stor betydelse. En dylik kartläggning stöter dock på vissa svårigheter. Det är nödvändigt att med säkerhet kunna fastställa, att rötan verkligen är förorsakad av *P. annosus*. I de sydligaste delarna av landet, där tickan är vanlig, möter det i allmänhet icke någon svårighet att identifiera rötans art. I sådana trakter, där rotrötan sedan gammalt uppträtt som svår skadegörare,



Fig. 17. Mycel av *P. annosus*, utväxande från borrarspån.
Myzel von *P. annosus*, aus Bohrspänen herauswachsend.

kan man även med ganska stor säkerhet på borrarspånens och trädens utseende avgöra, om det är rotröta eller ej. Någon absolut tillförlitlig metod är dock icke detta. Särskilt i mera framskridet stadium, då veden är starkt angripen, kan det vara svårt att göra en bestämning med hjälp enbart av borrarspånets utseende och ev. yttre tecken på trädet. I sådana områden, där rotrötan endast förekommer sparsamt bland andra rötor eller blott förmodats vara orsak till rötan, är det också mycket vanskligt att bedöma rötans art enbart okulärt. En mera objektiv metod måste användas.

För detta ändamål har en renodling av mycelet ur borrarspån företagits. Denna metod, som är relativt enkel, har utomlands använts vid liknande undersökningar och av BJÖRKMAN (1946) tillämpats för att isolera rötsvampar ur massaved.

Borrarspånen ha tagits under så vitt möjligt sterila förhållanden. Med en pensel desinficerades barken på provträden med 80—90 % alkohol. Med en i alkohol steriliserad borr uttogs ett borrarspån, i regel i brösthöjd, och överfördes med en steril pincett till ett provrör, innehållande några cm³ steril tvåprocentig agar. Provröret sändes till skogsforskningsinstitutet, där borrarspånet överfördes till en petriskål med maltagar. Efter 4 à 5 dagar hade vanligen ett mycel vuxit ut (fig. 17), som underkastades mikroskopisk granskning. Tack vare förekomsten av de karakteristiska vegetativa konidierna

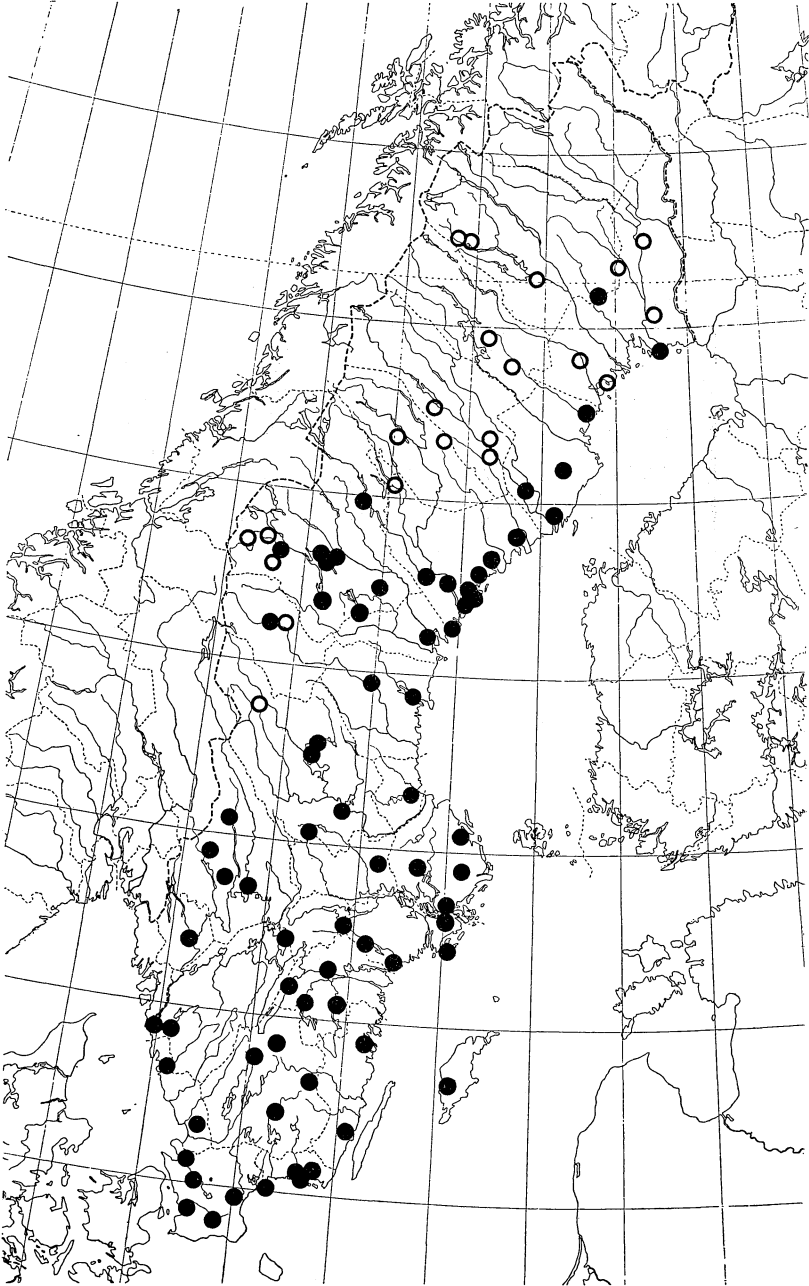


Fig. 18. Karta, utvisande undersökta lokaler. Fylld cirkel markerar lokal, där *P. annosus* påträffats, ofylld cirkel lokal, där svampen hittills ej påträffats.
 Karte, die die untersuchten Lokale zeigt. Gefüllter Kreis gibt einen Ort an, wo *P. annosus* gefunden worden, ungefüllter einen Ort, wo der Pilz bis jetzt nicht gefunden worden ist.

(fig. 4) hos *P. annosus* är det lätt att konstatera, om det utväxande mycelet tillhör denna svamp eller ej.

Samtidigt med provtagningen gjordes anteckningar om trädens utseende, förekomst av kådutgjutningar, skador m. m. På detta sätt har material, inalles bestående av 784 borrhspån, insamlats på ett hundratal platser i landet. De undersökta lokalerna ha utmärkts på kartan fig. 18. Rotrötan har i södra och mellersta Sverige påträffats på alla undersökta lokaler, och troligen förekommer denna svamp så gott som överallt inom dessa områden, där röta, som tränger in via rotsystemet, finnes. Dess relativa andel i rötskadorna kan dock vara underkastad variationer.

I Norrland är rottrötan mycket vanlig inom vissa områden, exempelvis på silurmarkerna kring Storsjön och på grönstensområdena i Medelpads och Ångermanlands kustskogar. F. ö. har den påträffats på flera lokaler i övre Norrland belägna nedanför högsta kustlinjen. Den nordligaste av dessa lokaler är belägen på fastlandet strax S om Kalix.

I Lappland har rottrötan hittills endast påträffats på en enda lokal, nämligen vid Vitträsk på Gällivare skogsallmänning (66° 22' n. br.). Fyndplatsen utgjordes av en örtrik granskog med en mindre inblandning av björk (björk 0,2, gran 0,8) på sandblandad väl dränerad morän (fig. 19). De flesta stamrötorna på denna plats hade dock förorsakats av andra svampar. *P. annosus* torde ej ha förekommit i mer än ca 30 % av rötorna. I Norge är den nordligaste lokalen för *P. annosus* Selfors i Nord-Rana (66° 21' n. br.), alltså lika långt norrut som i Sverige (JÖRSTAD 1928). I Finland undersökte TIKKA (1934) förekomsten av röta hos gran och tall i ett område mellan 66:e och 67:e breddgraden. Han uppger, att de två viktigaste rötsvamparna äro *P. annosus* och *P. borealis*. Han gjorde dock icke renodlingar av svampmycelen, och de bilder av rötorna, som återgivas, förefalla knappast typiska för rottrötan. I flertalet fall torde det vara fråga om s. k. käll- och stubbrötor. Icke ens hos granen nådde nämligen rötorna mer än högst 1,5 m upp i stammen.

De lokaler, där rottröta ej påträffats, ha markerats med ofyllda ringar. Den sydligaste av dessa är belägen strax söder om Särna på sandstensmark. I Jämtland är rottrötan mycket vanlig på siluren. I Åredalen borrades sålunda ett 80—110-årigt rent granbestånd i närheten av Undersåkers station ca 400 m ö. h. Rötfrekvensen var hög, 63 % av de borrade träden voro rötskadade, och av 8 närmare undersökta prov befunnos 7 innehålla *P. annosus*. Jordmånen var kalkhaltig mylla och skogen av örtrik typ (*Aconitum*, *Geranium silvaticum*, *Dryopteris Linnaeana* m. fl.).

På sluttningarna av Vällistafjället några km därifrån kunde däremot icke rottröta påträffas. I området för den övre grangränsen, 600—650 m ö. h., borrades ett flertal granar. Några av borrhspånen föreföllo efter okulär bedöm-



Fig. 19. Örtrik granskog vid Vitträsk, Gällivare socken. Granarna i fonden angripna av *P. annosus*.

Krautreicher Fichtenwald bei Vitträsk im Kirchspiel Gällivare. Die Fichten im Hintergrund sind von *P. annosus* befallen.

ning att vara angripna av *P. annosus*. Men icke ur något av borrhspånen kunde denna svamp odlas fram. Marken var även här av god beskaffenhet, mulljord på svallad morän. I markvegetationen ingick ett flertal örter (*Aconitum*, *Mulgedium*, *Geranium silvaticum*, *Viola*-arter m. fl.). Granen var äldre än på föregående lokal, 90—140 år, en del grova träd 160—180 år. I beståndet ingick dessutom björk med drygt halva individantalet.

Ej heller på andra höjdlägen i Jämtland (Åre ca 600 m, Ånn ca 500 m) och i Härjedalen (Vemdals skalet 650 m ö. h.) har *P. annosus* påträffats. Andra höjdområden, som undersökts, äro belägna på den jämtländska silurens nordliga utlöpare i Kvikkjokksfjällen. Granen är här växtlig och när efter de lokala förhållandena ansenliga dimensioner. Varken i Njunjes (500 m ö. h.) eller i grangränsbältet på Prinskullen (650 m ö. h.) kunde ur de rikligt förekommande rötorna *P. annosus* odlas fram. Anmärkningsvärt är, att både FLURY (1907) och FALCK (1930) konstaterat en kraftig minskning i frekvensen av rotröta med stigande höjd ö. h. Enligt FLURY voro sålunda i zonen 400—600 m ö. h. 35,0 % av stammarna rötskadade, i zonen 800—1 000 m 16,7 % och över 1 400 m blott 4,3 %. I Harz-området påträffade FALCK i dalarna ungefär dubbelt så många rotröteangripna träd som på höjdlägen över 700 m.

I övre Norrland förefaller rotrötan över huvud taget icke att vara vanlig. Inom det nordsvenska barrskogsområdet, som är beläget på urbergsgrund, har jag med ett undantag icke påträffat rotrötan. Visserligen är antalet medelst renodling undersökta borrhspån ej så stort, ett drygt hundratal, men då *P. annosus*, därest den över huvud taget förekommer på en plats, brukar vara den dominerande svampen, är det sannolikt, att den ej kan vara allmän inom detta stora område. I flertalet fall har även borrhspånets utseende givit klart besked om att rötan ej kan ha förorsakats av *P. annosus*. Ur dylika borrhspån har i regel ej någon renodling av mycelet företagits, utan i första hand ha de spån utvalts, som av utseende m. m. att döma möjligen kunde varit angripna av *P. annosus* (jfr tab. 6).

Anledningen till att *P. annosus* är så sällsynt inom detta område, kan ej angivas f. n. Troligen äro miljöförhållandena på något sätt olämpliga för svampen. Att den under den långa tidrymd, som dessa områden, t. ex. Stöttingfjället, varit bevuxna med gran, ej skulle hunnit med att sprida sig dit, anser jag föga troligt. I södra delen av landet finnas ju många exempel på att granen redan i första generationen kan bli mycket svårt angripen av *P. annosus*. Ej heller kan det vara fråga om att svampen ej kan utvecklas på grund av näringsbrist i marken, såsom skall visas längre fram.

KAP. V. IAKTTAGELSER VID RENODLING AV MYCELEN UR BORRSPÅNEN.

Inalles lades 784 rötskadade borrspån på maltagar vid försöken att renodla svampen. Ur 440 av dessa spån har *P. annosus* växt fram, ur 328 ha andra svampmycel erhållits, och 16 spån ha av en eller annan anledning varit sterila.

Ur borrspånen med *P. annosus* ha i många fall ett stort antal andra mikroorganismer växt fram. Samtidigt med *P. annosus* eller vid en senare tidpunkt kunna andra rötsvampar taga sig in i trädet och delta i nedbrytningsarbetet. Även andra svampar, såsom blånads- och mögelsvampar samt bakterier, kunna vara närvarande. En del anteckningar ha förts om borrspånens beskaffenhet i detta hänseende (tab. 4). I nära hälften av borrspånen växte *P. annosus* ut som renkultur utan närvaro av andra mikroorganismer (här bortses från den möjligheten att spånen ha kunnat innehålla t. ex. cellulosa-nedbrytande bakterier av en sådan typ, som ej växer på maltagar under aeroba förhållanden). *Annosus*-mycelet synes sålunda i ett stort antal fall förekomma ensamt i trädet. Detta kan t. o. m. vara fallet i granar med en långt avancerad röta. Sålunda isolerades vid ett tillfälle *P. annosus* i renkultur från rotstocken av en gran, där rötan sträckte sig nära 7 m upp i stammen. I den punkt, där borrspånet togs, torde rötan ha varit omkring 10 år gammal.

I den andra hälften av petriskålarna erhöles förutom *P. annosus* även ett stort antal andra svampar och bakterier. Av blånadssvamparna ha flera olika arter påträffats, såsom *Cladosporium herbarum*, *Pullularia pullulans*, *Alternaria*-, *Ophiostoma*- och *Phialophora*-arter m. fl. icke närmare definierade mycel. De två förstnämnda svamparna voro de oftast återkommande.

Bland svampar med hyalina mycel utgjordes en stor del av mögelsvampar, såsom *Penicillium*- och *Trichoderma*-arter. I flera fall växte även mycel ut, som tillhörde rötsvampar, vartill jag återkommer längre fram. En grupp

Tabell 4. Förekomst av andra mikroorganismer i borrspån innehållande *P. annosus*. Vorkommen von anderen Mikroorganismen in *P. annosus* enthaltenden Bohrspänen.

	Borrspån med <i>P. annosus</i> och Bohrspäne mit <i>P. annosus</i> und					Borrspån med <i>P. annosus</i> Bohrspäne mit <i>P. annosus</i>
	i renkultur in Rein- kultur	blåyta Bläue	hyalina mycel hyalinen Myzelien	svamp och bakt. Pilzen und Bakt.	bakterier Bakterien	
Antal..... Anzahl	213	29	46	64	88	440
%.....	48	7	10,5	14,5	20	100

Tabell 5. Frekvens av *P. annosus* i prov från rena granbestånd söder om 65:e breddgraden.

Häufigkeit von *P. annosus* in Proben aus reinen Fichtenbeständen südlich des 65. Breitengrades.

Område Gebiet	Antal undersökta borrspån Anzahl untersuchter Bohrspäne	Borrspån med <i>P. annosus</i> Bohrspäne mit <i>P. annosus</i>	
		antal Anzahl	%
Tönnersjöheden.....	43	32	74
Stockholms län.....	80	53	66
Kopparbergs län.....	51	43	85
Västernorrlands län.....	119	92	77
Jämtland (utom fjällen).....	72	49	68
Summa och procent } Summe und Prozent }	365	269	74

svampar, som påträffades då och då, utgjordes av de jästliknande svamparna eller torulopsidéerna.

Borrspån, ur vilka både *P. annosus* och bakterier växte fram, voro talrika. Något försök att identifiera dessa bakterier har ej gjorts. FRIES (1938) har emellertid visat, att bakterier i stort antal kunna finnas i rötomvandlad ved.

Även i de områden, där *P. annosus* är mycket vanlig, är den icke den allenarådande rötsvampen. Så gott som alltid ha även andra slag av rötter påträffats, vilka ur infektionssynpunkt i flertalet fall torde ha varit av rot-rötetyp, d. v. s. svamparna ha tagit sig in genom rotsystemet. Detta framgår tydligt av tab. 5, där antalet *annosus*-rötter i rena granbestånd från några områden söder om 65:e breddgraden ha angivits. I medeltal voro 74 % av rötskadorna förorsakade av *P. annosus*. Till ungefär samma resultat kom PEACE (1938) vid en undersökning i England. Av 3 195 undersökta träd bedömdes 2 534 eller 79 % vara angripna av *P. annosus*.

I fjälltrakterna och i det norrländska barrskogsområdet är fördelningen en helt annan. Visserligen har icke ett så stort borrspånsmaterial odlats, 143 st. spån, men i dessa ingå samtliga prov, som enligt utseende m. m. möjligen kunde ha varit angripna av *P. annosus*. Sammanlagt ha från dessa områden ca 300 borrspån tagits, av vilka flertalet redan vid provtagningen kunde med bestämdhet sägas innehålla en annan rötsvamp än *P. annosus*. Som synes av tab. 6, ha från dessa områden blott ett fåtal *annosus*-mycel isolerats, inalles sju stycken. Av dessa ha tre erhållits på Kulbäckslidens försökspark, som delvis ligger under högsta kustlinjen, och de fyra andra isolerades i en örtrik granskog vid Vitträsk nära Gällivare lappmarks gräns mot kustlandet. På de övriga platserna inom lappmarkerna har *P. annosus* ej påträffats hittills.

Tabell 6. Frekvens av *P. annosus* i rötangripna borrhspån från fjälltrakter och övre Norrland.

Häufigkeit von *P. annosus* in Bohrspänen mit Fäulnis aus Fjeldgebieten und oberem Norrland.

Område Gebiet	Antal undersökta borrhspån Anzahl untersuchter Bohrspäne	Borrhspån med <i>P. annosus</i> Bohrspäne mit <i>P. annosus</i>	
		antal Anzahl	%
Jämtlands-fjällen.....	22	0	0
Kulbäcksliden.....	22	3	14
Lycksele lpm.....	36	0	0
Arvidsjaur lpm.....	32	0	0
Jokkmokks och Gällivare lpm.....	31	4	13
Summa och procent Summe und Prozent	143	7	5

Det kanske förefaller, som om det vore en onödigt komplicerad åtgärd att bestämma rötans art på detta sätt genom odling. Särskilt i de trakter, där *annosus*-rötan är allmänt förekommande, torde en direkt bestämning av rötans orsak enligt borrhspånets utseende och yttre tecken hos trädet i de flesta fall även vara tillfyllest. Vid åtskilliga tillfällen är dock icke detta möjligt. Om rötan t. ex. befinner sig i ett tidigt eller långt avancerat stadium, kan det vara svårt att av borrhspånets utseende angiva rötans art. Vid samtidigt uppträdande av *P. annosus* och en annan rötsvamp kan borrhspånets utseende avvika från det vid *annosus*-angrepp normala. Likaså är det vanskligt att göra en dylik direkt bestämning på sådana lokaler, där *annosus*-rötan är ovanlig eller icke tidigare påträffats.

Vid uttagning av borrhspänen ur träden har en anteckning gjorts om rötans art, bedömd enligt utseendet m. m. Möjligen av *P. annosus* förorsakad röta har betecknats med ett ?. Genom odling av mycelet har sedan fastställts, om *P. annosus* funnits i borrhspånet eller ej. I tab. 7 har resultatet av en dylik bedömning resp. odling sammanställts. I 87 % av fallen har bedömningen betr. *P. annosus* varit riktig. I fråga om borrhspån, där rötan möjligen för-

Tabell 7. Förekomsten av *P. annosus* i borrhspån enligt bedömning och enligt odling. Das Vorkommen von *P. annosus* in Bohrspänen gemäss Beurteilung und gemäss Kultur.

	Rötan har förorsakats av Die Fäule ist verursacht von		
	<i>P. annosus</i>	möjligen <i>P. annosus</i> möglicherweise <i>P. annosus</i>	annan rötsvamp anderen Fäulnis- pilzen
antal bedömda spån.....	122	28	92
svamp enligt odling.....	106 = 87 %	19 = 68 %	82 = 89 %

sakats av *P. annosus*, var detta riktigt i blott 68 % av fallen. Av de spån, som bedömts icke innehålla *annosus*-röta, var detta riktigt i 89 % av fallen, medan det i 11 % av borrhålen fanns röta, förorsakad av *P. annosus*. Hur pass riktig en bedömning av rötans orsak kan bliva, är i flera avseenden givetvis en erfarenhetsfråga, men i många fall torde det vara så gott som omöjligt att avgöra rötans upphov annat än genom odling av mycelet.

KAP. VI. ANDRA RÖTSVAMPAR SOM PÅTRÄFFATS VID BORRSPÅNSKULTURERNA.

Ur 328 av de insamlade borrhålen växte andra mycel fram. Ett stort antal av dessa utgjordes av blånads- och mögelsvampar, vilka ej haft någon del i rötprocessen. I flera fall växte dock mycel ut, som troligen tillhörde rötsvampar. En identifiering av rötmycel är i de flesta fall en tidsödande uppgift (FRITZ 1923, ROBAK 1942, BJÖRKMAN 1946). I en del fall ha mycelen undersökts mikroskopiskt, varvid förekomsten av söljor klassificerat dem som rötsvampar. Andra mycel ha på grund av växtsättet, färg och lukt m. fl. egenskaper med stor visshet kunnat identifieras med kända rötsvampar. I nedanstående uppställning lämnas en översikt över de mycel, vilka kunnat rubriceras som rötmycel:

	<i>Armillaria mellea</i>	<i>Coniophora</i> - typ	<i>Polyporus pini</i>	<i>Stereum sanguinolentum</i>	Sölje- bärande mycel
Antal.....	11	21	18	19	42

I elva fall har honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, växt ut, igenkänd bl. a. på utbildandet av rhizomorfer. I några fall förekom den tillsammans med *P. annosus*, vilket enligt FALCK (1930) och LAGERBERG (1935) är en vanlig förekomst.

Stereum sanguinolentum har erhållits vid nitton olika tillfällen. Denna svamp kommer in genom sår, förorsakade av körskador, toppbrott o. dyl. och hör således ej till rotrötesvamparna. Enligt BJÖRKMAN (1946) är den vanligaste orsaken till lagringsrötan i massaved. I ett par fall förekom den samtidigt med *P. annosus*.

En annan svamp, som likaledes kommer in genom sår och skador, även på rötterna (LAGERBERG 1923, JÖRSTAD och JUUL 1939) är *Polyporus pini* (ringröta, »kjuka»). Det karakteristiska mycelet av denna svamp har växt ut vid aderton tillfällen, och troligen har den förekommit i ytterligare ett antal borrhålen. I den gamla granskogen i Norrland är nämligen denna svamp mycket vanlig.

Tabell 8. Förekomsten av olika röttyper i stubbar på hyggen i övre Norrland.
Das Vorkommen von verschiedenen Fäulnistypen in Stubben auf Hiebsflächen im oberen Norrland.

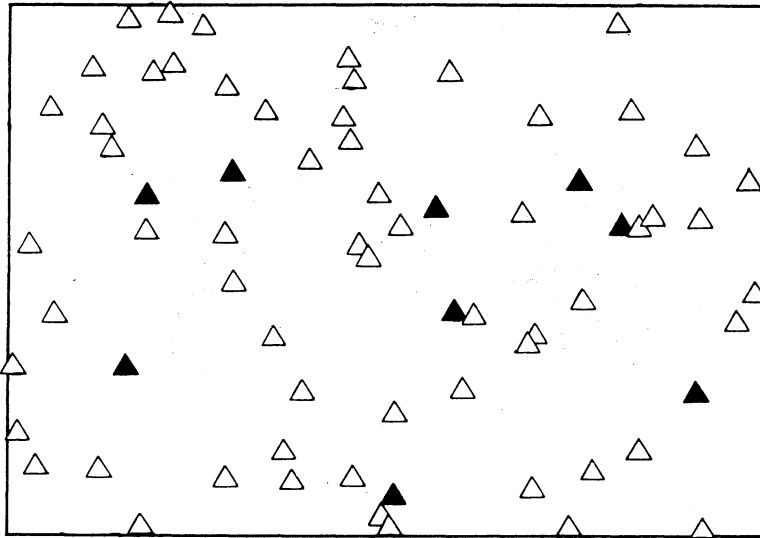
Plats Ort	Antal under- sökta stubbar Anzahl unter- suchter Stubben	%		% stubbar (av sjuka) % Stubben (von kranken)		
		friska gesund	sjuka krank	med kubisk röta mit Destruk- tionsfäulnis	med korro- sionsröta mit Korrosions- fäulnis	osäkra unsicher
Vällista, ca 500 m ö. h.	124	49	51	60	35	5
Vittjak, ca 400 m ö. h.	123	59	41	69	25	6
Vitträsk, ca 300 m ö. h.	104	39	61	51	30	19

De flesta isolerade rötmycelen ha dock ej kunnat identifieras med kända svampar. Något mera omfattande arbete i denna riktning har ej heller medhunnits. Ett flertal mycel ha erhållits av en *Coniophora*-liknande typ. I Norge ha JÖRSTAD och JUUL (1939) påträffat *C. olivacea* vid ett par enstaka tillfällen på granstubbar. LAGERBERG (1944) har ur en basal svartbrun destruktionsröta på tall isolerat *Coniophora fusispora*. Troligen spelar, såsom LAGERBERG framhåller, *Coniophora*-släktet en viktig roll som orsak till de basala destruktionsrötorna på både gran och tall. Som påpekas av LAGERBERG (1935), uppträda dylika rötor, både av destruktions- och korrosionstyp, ofta i samband med rotvattved hos både gran och tall («källrötor»).

Att dessa rötor äro mycket vanliga i övre Norrland framgår av tab. 8. På några hyggen undersöktes typen av röta i stubben. Det visade sig, att de flesta tillhörde den kubiska basalrötan. Mellan 50 och 70 % av rötorna tillhörde denna typ. Rötor av korrosionstyp förekommo även ganska talrikt. I åtskilliga fall torde de ha förorsakats av *Polyporus pini*. Däremot torde *annosus*-röta vara mycket ovanlig inom dessa områden. Som tidigare omtalats, påträffades icke *P. annosus* på Vällistafjällets sluttning, medan den i dalen nedanför är den förhärskande rötsvampen.

Om *P. annosus* förekommer i ett bestånd, äro de angripna träden ofta samlade i grupper (se fig. 6, 25 och 30). En dylik ansamling av rötskadade träd synes ej vara karakteristisk för rötorna i den norrländska skogsregionen, utan rötträden förekomma här strödda i terrängen (fig. 20).

Med en del av de isolerade mycelen ha röt försök på gran och tall företagits. Svamparna odlades därvid i Kollekolvar (fig. 21), vari inlades klotsar av gran och tall, dels splint, dels kärna. Efter 4 månaders kultur vid 22° C uttogos klotsarna, och genom vägning bestämdes den av svampmycelet förorsakade vikt förlusten.



△ frisk gran ▲ rötangripen gran
gesunde Fichte *Fichte mit Fäulnis*

Fig. 20. Granbestånd vid Västlunda, Arvidsjaur, ca 400 m ö. h. De av rotträta (ej *P. annosus*) angripna träden förekomma strödda i beståndet.
 Fichtenbestand bei Västlunda, Arvidsjaur, za. 400 m ü. M. Die von Wurzelfäule (nicht *P. annosus*) infizierten Bäume kommen im Bestand zerstreut vor.

Svamparna ha under de rådande betingelserna i regel försakat en större viktförlust än *P. annosus* (tab. 9). Splinten har i de flesta fall angripits mer än kärnan, särskilt märkbart i fråga om tallen. Några fruktkroppar bildades icke i kolvarna under försökstiden.

Tabell 9. Viktförlust hos gran och tall försakat av ej identifierade rotträtesvampar. Försökstid 4 månader vid 22° C Medeltal av 4 parallellförsök.

Gewichtsverlust bei Fichte und Kiefer, durch nicht identifizierte Wurzelfäulepilze verursacht. Versuchszeit 4 Monate bei 22° C. Mittel von 4 Parallelversuchen.

Svampen isolerad vid Der Pilz isoliert bei	% viktförlust % Gewichtsverlust			
	gransplint Fichtensplint	grankärna Fichtenkern	tallsplint Kiefersplint	tallkärna Kiefernkern
Tönnersjöheden, Hall.....	15,0	4,6	12,6	6,5
Åre, Jmt.....	32,3	26,4	24,0	0,7
Kulbäcksliden, Vb.....	12,0	10,4	11,7	19,4
Tannträsk, Vb.....	12,3	3,0	22,5	4,4
Västlunda 16, Lappl.....	16,6	17,0	24,6	8,8
» 86, »	10,8	9,5	12,4	8,4
Allejaur, »	21,4	13,1	13,9	9,0
Åsäng, Ång., <i>P. annosus</i> ...	11,2	4,6	11,0	3,7



Fig. 21. Röttsvamp isolerad ur basal destruktionsröta vid Tannträsk i Lycksele socken. Mycelet bildar strängar.

Fäulnispilz, isoliert aus einer basalen Destruktionsfäule bei Tannträsk, Ksp. Lycksele. Das Myzel bildet Stränge.

KAP. VII. ROTRÖTANS UPPTÄDANDE UNDER OLIKA FÖRHÅLLANDEN.

Ett flertal olika faktorer, såsom markbeskaffenheten, trädens ålder, beståndets sammansättning m. m., inverka på uppkomsten av rotrötan. I det följande skola en del sådana faktorer närmare beröras.

I. Olika värdväxter.

Som närmare skildrats på s. 12 i samband med infektionsförloppet, uppträder *P. annosus* huvudsakligen som saprofytt. Den kan dock icke betecknas som en saprofytt i oinskränkt bemärkelse, som har förmåga att angripa och tillväxa i allt dött material, som kommer i dess väg. Tydligen måste vissa

betingelser i substratets sammansättning finnas för handen, för att mycelet skall kunna trivas. Erfarenheten har nämligen visat, att svampen under naturliga förhållanden i första hand angriper vissa trädslag, medan andra äro motståndskraftiga eller immuna. Detta har även bekräftats genom särskilda försök, det viktigaste bidraget har lämnats genom försöket i Staurby Skov (BORNEBUSCH och HOLM 1934).

I vårt land, liksom i de flesta andra länder, kan granen utan tvekan betecknas som huvudvärdet. Överallt där *P. annosus* påvisats har den förmåga att angripa detta trädslag. Ännu mottagligare är enligt danska erfarenheter sitkagranen (*Picea sitchensis*). Däremot äro silvergranen (*Abies alba*) och nordmannsgranen (*A. Nordmanniana*) härdiga. Den förra har bl. a. på Ombergs gamla rötmarker delvis ersatt granen.

Tallen är i större delen av landet motståndskraftig men angripes framför allt i de sydligaste delarna av landet flerstädes av akut förlöpande rotröta (jfr s. 74). Weymouthstallen (*Pinus strobus*) angripes i Danmark svårt av rotröta. En annan mottaglig art är bergtallen (*P. montana*), som på Hallands flygsandsfält flerstädes dukat under för angrepp av *P. annosus* (WAHLGREN 1922, s. 576). Däremot förefaller den österrikiska tallen att vara motståndskraftig mot rotröta. På vissa sandmarker vid Barsebäck i Skåne angripes sålunda den vanliga tallen svårt av *P. annosus*, medan den österrikiska tallen är frisk.

Lärken är enligt LAGERBERG (1923) motståndskraftig, samma erfarenhet föreligger från Danmark (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1939, s. 383). I ungdomsstadiet kan dock rotrötan vålla en del avbräck i kulturerna. I England däremot räknas lärken som ett mycket mottagligt trädslag (HILEY 1919, PEACE 1938). Även på en och ett flertal andra koniferer har svampen påträffats (ROLL-HANSEN 1940).

I jämförelse med barrträden ha lövträden en mycket stor motståndskraft mot rotrötesvampen. I försöket i Staurby Skov angrepos bok, ek och björk praktiskt taget endast i ungdomen. I de äldre bestånden påträffades i allmänhet ej rotröta. Rödek synes vara mottagligare än den vanliga eken.

Till slut bör omnämnas, att *P. annosus* även då och då påträffats på en hel del buskar och ris (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1939, s. 386, ROLL-HANSEN 1940). Bland buskar, som iakttagits med angrepp, må nämnas hassel, hagtorn och rönn. Bland risen kunna ljung, blåbär och kråkbär angripas. På gamla rotstockar av ljung har jag iakttagit *P. annosus* på Tönnersjöhedens försökspark. En systematisk efterforskning av svampen kommer nog att visa, att den även i vårt land flerstädes kan uppträda på de nyss nämnda värdväxterna.

2. Granens ålder och uppträdan av rotröta.

Flera forskare (FLURY 1907, ROHMEDE 1937, PEACE 1938 m. fl.) giva exempel på att rötfrekvensen stiger med ökad ålder. Samma erfarenheter föreligga även från Danmark, där granen i ungdomen betecknas som föga mottaglig. Efter 40-årsåldern kan den emellertid angripas mycket svårt.

I vårt land gälla liknande förhållanden. Visserligen kan det förekomma, att unga 4—5-åriga granar och upp till ca 15 års ålder, då kärnved ännu ej utbildats, dödas av rotrötan. Ett dylikt parasitärt uppträdan av rotrötan kan iakttagas på t. ex. gammal åkermark, där *P. annosus* har speciella förutsättningar att tidigt gå till angrepp. Annars är granen ännu i 20—30-årsåldern i stort sett förskonad från angrepp. På ett par ställen i södra Sverige ha ca 25-åriga bestånd borrats utan att ett enda rötskadat träd påträffats. I och med att kärnved utbildas, komma emellertid granarna in i en kritisk period av sitt liv.

På Klingstorps kronopark i Skåne borrades 1945 ett ca 35-årigt granbestånd. Rötskadorna utefter taxeringslinjerna varierade inom ganska vida gränser, från 0 till 38 % rötskadade granar. Redan vid denna jämförelsevis unga ålder kunna sålunda rötskadorna delvis ha antagit en ganska allvarlig karaktär.

På Tönnersjöhedens försökspark är den unga granen i regel fri från röta. Men fr. o. m. 40-årsåldern har rötan på vissa områden en allvarlig omfattning och med ytterligare stigande ålder angripas allt flera träd (RENNERFELT 1945, tab. 5).

Att rotrötan blir mera svårartad i äldre bestånd får ju en naturlig förklaring i det förhållandet, att mycelet företrädesvis tar sig in genom död vävnad, som i större utsträckning börjar förekomma i och med utbildandet av kärnved.

3. Rotrötans beroende av markfuktigheten.

Sambandet mellan markfuktigheten och förekomsten av rotröta har undersökts av många forskare, vilka kommit till varandra motsägande resultat. RUZICHA (1928), FALCK (1930) och TIKKA (1934) funno en större angreppsprocent på mark med hög vattenhalt. TIKKAS undersökningsmaterial torde dock till övervägande del ha bestått av s. k. källrötter, vilka ofta uppträda på fuktig mark.

ANDERSON (1924), LÖFTING (1937) och PEACE (1938) anse, att rotrötan blir mera svårartad på lättare jordar eller sandmark, d. v. s. mark, som lätt torkar ut. I dylik mark skulle de finare rötterna löpa risk att torka bort, särskilt under en torrperiod, varigenom ingångsportar skapas för rotrötan.

ROHMEDE (1937) fann, att rotrötan var svårare såväl på torr som mycket fuktig mark än på frisk till något fuktig mark. FERDINANDSEN och JÖRGENSEN (1939, s. 364) framhålla, att sådana marker, som än äro vattensjuka, än

Tabell 10. Förekomst av rotröta i mark med olika fuktighet.
Vorkommen von Wurzelfäule in Boden mit verschiedener Feuchtigkeit.

Plats Ort	% rötskadade granar i % fäulnisbeschädigte Fichten in	
	fuktig mark, kärr- mark ¹ feuchtem Boden, Sumpfboden	frisk — torr mark ² frischem — trockenem Boden
Linatorp, Sdm.	10	39
Hudiksvall, Hls.	17	28
Nordmaling, Vb.	9	46
Kulbäcksliden, Vb.	9	39

¹ av 18 undersökta rötter innehöll 6 *P. annosus*.

² » 19 » » » 16 » .

torka ut, äro mycket påfrestande för rotsystemen och medföra lätt skador, vilka tjänstgöra som ingångsportar.

I vårt land uppträder rotrötan enligt min erfarenhet icke gärna i skogar med hög markfuktighet. Sump- och kärrskogar äro sålunda i regel relativt friska, medan bredvidliggande skog på frisk eller torr mark kan vara svårt angripen av röta. Tydligt framgår detta av tab. 10. En närmare undersökning av rötan i borrhåll från kärrskogarna visade dessutom, att den endast i ett mindre antal fall var förorsakad av *P. annosus*.

I Norrland är rotrötan mycket vanlig i de friska, mossrika risskogarna (med blåbär och lingon och mosstäcke framför allt av *Hylocomium Schreberi* och *H. splendens*). Rötområdena ligga ofta på svagt sluttande mark, där dräneringen förefaller att vara god. Av markvegetationens sammansättning att döma är marken varken utpräglad torr eller våt. På fig. 22 synes en dylik rötfläck från Torrom i Nora socken, Ångermanland. Trots att rötskadade granar i stor omfattning huggits bort, äro 84 % av de kvarvarande träden angripna.

På vissa genomsläppliga marker, där långvarig torka kan bli ödesdiger för det finare rotsystemet, är det möjligt, att uttorkning kan vara direkt orsak till att infektionsportar skapas. Som exempel på dylika områden kunna anföras vissa sandmarker i Skåne och Halland.

Mycelets tillväxt i jord med olika vattenhalt undersöktes i ett särskilt laboratorieförsök. I 300-ml Erlenmeyerkolvar invägdes 20 g humusjord (från ett granbestånd på Tönnersjöhedens försökspark). Till kolvarna sattes vatten i olika mängd, och efter sterilisering justerades vattenhalten till den avsedda (tab. 11). Ympning ägde rum med mycel. Genom vägning med jämna mellanrum kontrollerades, att vattenhalten under försökstiden hölls vid konstant nivå.

Efter tre månader vid 22° C avbröts försöket och efter torkning bestämdes

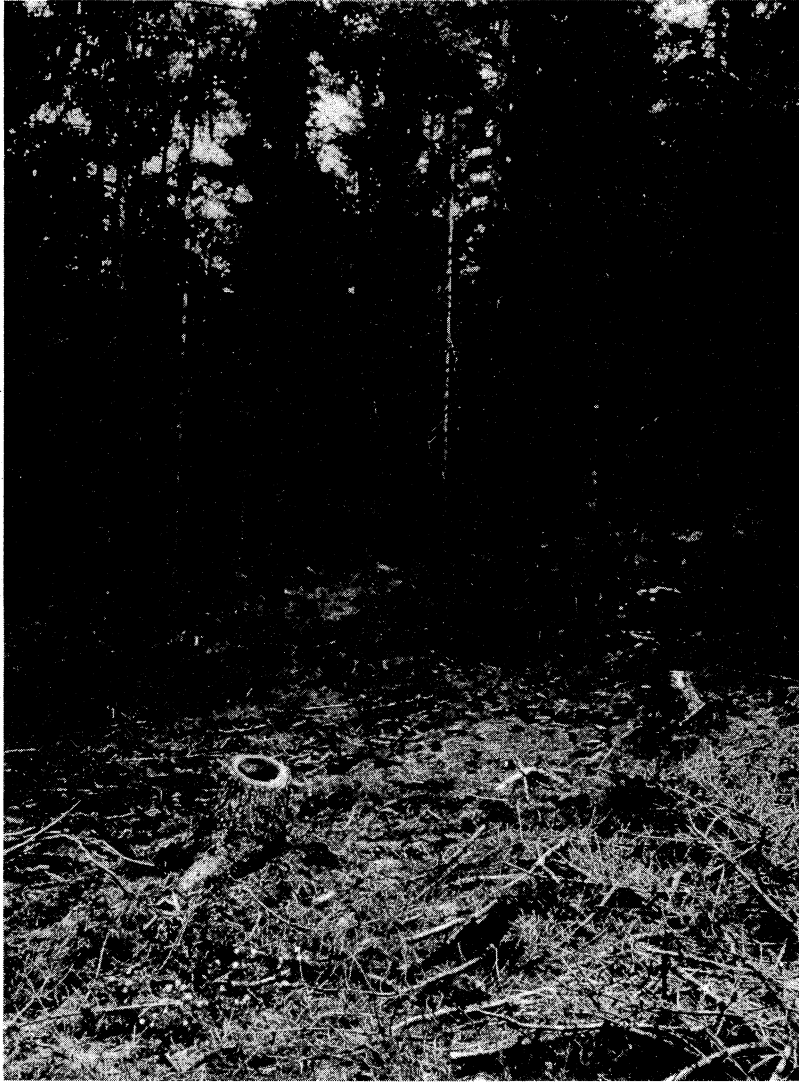


Fig. 22. Granbestånd på svagt sluttande god mullmark vid Torrom, Nora socken, Ång. 84 % av stamantalet angripet av rotröta.

Fichtenbestand auf schwach abfallendem, gutem Mullboden bei Torrom, Ksp. Nora, Ångermanland. 84 % der Stämme sind von Wurzelfäule befallen.

Tabell 11: Utvecklingen av *P. annosus* i humusjord med olika vattenhalt.
Die Entwicklung von *P. annosus* in Humuserde mit verschiedenem Wassergehalt.

g H ₂ O på 20 g prov in 20 g Probe	Vattenhalt, % av Wassergehalt, % von		Viktförlust Gewichts- verlust %
	våtvikt Nassgewicht	torrvikt Trockengewicht	
15	43	75	8,3
25	56	125	10,6
40	67	200	12,8
50	72	250	12,2
60	75	300	13,1
75	79	375	11,6

viktförlusten på humusprovet. Som tab. 11 visar, assimilerade *P. annosus* vid den lägsta och högsta vattenhalten mindre mängd humus än i övriga fall. I kolvarna med den högsta vattenhalten utvecklades det syrekrävande mycelet huvudsakligen i det ytliga humuslagret, medan det i de övriga kolvarna även hade växt ned till kolvarnas botten.

4. Betydelsen av markens reaktionstal.

En faktor, som i diskussionen om rotrotans uppträdande tillmätts en stor betydelse, är markens surhetsgrad eller pH-värde. Mycelets tillväxt vid olika pH-tal undersöktes av LAGERBERG (1923), som fann, att den kraftigaste utvecklingen ägde rum vid pH 5,9. WEIS och NIELSEN (1927) funno, att *P. annosus* tillväxte bäst vid pH 4—4,5, och i ROBAKS kulturer utvecklades svampen bäst vid pH 4,5—5,5 (ROBAK 1933). Till följd av dessa motstridiga resultat upptogs pH-frågan till en ingående granskning av TRESCHOW (1938). Det visade sig, att utvecklingen i hög grad berodde på försöksanordningen. Om mycelet odlades på vanligt sätt i flytande substrat, erhöles ett optimum för tillväxten vid pH 4,0—4,4 och ingen tillväxt över pH 6 eller under 3. Men om mycelet odlades på särskilda hållare i flytande substrat, tillväxte det ungefär lika bra mellan pH 3,0 och 7,0.

I försök med steriliserad jord var tillväxten lika bra på oomvandlad granförna med pH 4,3 som på bokförna med pH 6,3. I en annan försöksserie tillsattes olika mängder kalk till jord från ett angripet granbestånd. Därigenom kommo pH-värdena att variera mellan 4,3 och 6,8. På svampens tillväxt hade dock dessa olika värden intet inflytande. Mycelet utvecklades lika bra i alla kolvar.

Undersökningar över pH-värdet i skogsmarker av VON HOPFFGARTEN (1933) och FERDINANDSEN och JÖRGENSEN (1939, s. 365) visa, att markens surhetsgrad kan vara densamma i friska och sjuka bestånd. I de s. k. *Trametes*-hålen funno de danska forskarna samma pH-värde, både i humuslagret och i

Tabell 12. Markens pH-värde från några friska och sjuka lokaler.
pH-Wert des Bodens auf einigen gesunden und kranken Lokalen.

Plats Ort	Humus Humus		Mineraljord Mineralerde	
	frisk gesund	sjuk krank	frisk gesund	sjuk krank
Tönnersjöhedens försökspark, Hall.				
trakt 29.....	4,3		4,5	
T 49.....	4,1	3,8	4,6	4,8
T 50.....	4,1		4,7	
Linatorp, Sdm.	5,7	5,2	5,2	4,9
Ramsta, Ång.....	5,2	4,4	5,0	5,7
Granskär, Nb.....	4,4	3,8	5,1	4,9

mineraljorden, som i den omgivande ännu ej angripna skogen. Det är sålunda icke möjligt att förklara rotrotens svåra uppträdande på vissa fläckar som en följd av ett för mycelet därstädes särskilt gynnsamt pH-värde.

På olika håll i landet ha jordprov insamlats från både friska och sjuka lokaler. Även om vissa variationer finnas i pH-värdena (tab. 12), kan något samband mellan dessa värden och angrepp ej fastställas, och samtliga värden ligga inom det pH-område, där en god tillväxt konstaterats av de danska forskarna. I Nordingrå-trakten, där rotrotan är mycket vanlig, insamlades ett antal jordprov, vilkas pH-värden varierade mellan 3,9 och 5,3. Hos ett antal jordprov från Lycksele-trakten, där *P. annosus* ej påträffats, varierade pH-värdena mellan 3,7 och 4,8. Markreaktionen var alltså i genomsnitt något surare hos de sistnämnda proven, men säkerligen beror frånvaron av *P. annosus* därstädes ej på denna omständighet. Enligt TRESCHOWS nyss refererade undersökning kan ju f. ö. mycelet tillväxa ungefär lika bra vid pH 3 som vid pH 7.

5. Tillväxten av *P. annosus* i förna och humus.

Mycelet av *P. annosus* låter lätt odla sig på åtskilliga substrat. På steriliserat organiskt material, såsom förna, humus, sågspån m. m., kan det växa och förorsaka en kraftig nedbrytning (HILEY 1919, ROBAK 1933, TRESCHOW 1941 m. fl.). I fråga om kvävet natur föredrar svampen mera komplicerade föreningar såsom aminosyror o. dyl. framför de enkla salterna och av dessa ammoniakkväve framför nitratkväve (VON HOPFFGARTEN 1933, JÖRGENSEN, LUND och TRESCHOW 1939). Beträffande vitamin måste *P. annosus* ha tillgång till aneurin, vars pyrimidindel svampen ej kan syntetisera (FRIES 1938, RENNERFELT 1944).

P. annosus förekommer ju allmännast i granskog. Möjligen skulle den förna, som bildas i tall- eller lövskog, kunna vara av mindre lämplig beskaffenhet för mycelet. Försök för att utröna detta ha därför utförts.

Tabell 13. Tillväxt av *P. annosus* i barr- och lövförna.
Zuwachs von *P. annosus* in Nadel- und Laubstreu.

Material Material	Invägd mängd torr- substans Eingewogene Menge Trocken- substanz g	Vattenhalt i lufttorrt ma- terial ¹ Wassergehalt in lufttrocke- nem Material %	Tillsats av vatten Zusatz von Wasser ml	Viktförlust Gewichts- verlust %
granbarr, färska	10,0	4,8	20	24,4
» gamla	10,0	6,8	25	16,4
tallbarr, färska	10,0	5,5	20	42,3
» gamla	10,0	5,4	25	41,3
björklöv, färska	10,0	7,6	25	26,4
» gamla	10,0	7,3	25	23,0
boklöv, färska	10,0	7,7	30	14,5
» gamla	10,0	7,8	25	9,1
eklöv, färska	10,0	7,1	30	31,3
» gamla	10,0	7,6	25	25,8

¹ Korrigering gjord för vattenhalten vid bestämning av viktförlusten.

I 300-ml Erlenmeyerkolvar invägdes 10,0 g lufttorrt, finmalet material. Materialet utgjordes dels av barr (gran och tall), dels av löv (bok, björk och ek), av alla slagen dels färska, dels ca ett år gamla prov. Vatten, något olika för de olika materialen tillsattes, så att en lagom fuktighet för svamp-tillväxten erhöles. Efter sterilisering ympades kolvarna med mycel av *P. annosus*. Kolvarna placerades i termostat vid 22° C under fyra månader, varefter den av svampen förorsakade viktförlusten bestämdes.

Som framgår av tab. 13, har svampen kunnat utnyttja samtliga substrat för sin tillväxt. Genomgående har svampen brutit ner mer av de färska proven, även om skillnaden i ett par fall är tämligen obetydlig. I det ettåriga materialet ha tydligen förändringar inträffat, som gjort det mindre tillgängligt för svampen. Bäst har den utnyttjat tallbarren, och både björk- och eklöv utgöra ett gott näringssubstrat. Boklöv har den utnyttjat minst, och av granbarr ha de årsgamla utgjort ett ganska otillgängligt substrat. Några direkta slutsatser beträffande svampens uppträdande under naturliga förhållanden kunna icke dragas ur dessa försök, eftersom materialet steriliserats. De tala dock icke för att granförnan skulle vara ett särskilt lämpligt material för *P. annosus*.

Av utbredningskartan på fig. 18 framgår, att *P. annosus* endast sparsamt påträffats inom den norrländska skogsregionen. Likaså finnas lokala områden i södra Sverige, där svampen icke påträffats. På Tönnersjöhedens försökspark finnes sålunda rotröta praktiskt taget icke i granskogen, uppkommen efter bok, medan den i granskogen, som planterats på ljunghedar, är mycket vanlig. Den möjligheten kan tänkas, att humuslagret i sådana områden, där *P. annosus* ej förekommer, har en för mycelet olämplig näringsfysiologisk

Tabell 14. Tillväxt av *P. annosus* i näringslösning med tillsats av humusextrakt.
Zuwachs von *P. annosus* in Nährlösung mit Zusatz von Humusextrakt.

Humusprov från Humusprobe von	mg torrsvikt av mycel Mg Trockengewicht von mycel			Anm.
	autoklav- extra- herat; autoklav- steri- liserat autoklav- extrahiert; autoklav- steriliserat	extraherat 18 t vid 60° C 18 st. bei 60° C extrahiert		
		autoklav- sterilise- rat autoklav- steriliserat	sterilfil- trerat steril- filtriert	
Lycksele, Vb.....	41,6	39,4	13,8	<i>P. a.</i> ej påträffad ¹
Tönnersjöhedens försöks- park				
tr. 29.....	45,9	50,2	14,3	» » »
tr. 81.....	49,1	52,5	23,2	<i>P. a.</i> vanlig ²

¹ *P. annosus* nicht gefunden. ² *P. annosus* gewöhnlich.

sammansättning. Detta undersöktes närmare genom några försök med odling av *annosus*-mycel i extrakt av olika humusprov.

Försöksanordning: Näringslösningar gjordes i ordning av

2 % glykos purissimum och salter (1,5 g KH_2PO_4 , 1,5 g Mg SO_4 och 2,5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ per l). Härav pipetterades 40 ml i 200 ml-Erlenmeyerkolvar, rengjorda enligt TRESCHOW (1942). Till näringslösningarna sattes humusextrakt, utvunna på nedanstående sätt.

Prov av det undre omvandlade humusskiktet insamlades i granbestånd på tre olika platser i landet, nämligen 1) i närheten av Lycksele, 2) på trakt 29 och 3) på trakt 81 (provytan T 49) på Tönnersjöhedens försöks-
park. På de två förstnämnda lokalerna har *P. annosus* ej påträffats, på den sistnämnda är den mycket vanlig (se fig. 30 och tab. 26). Av humusproven uppvägsdes 100 g lufttorrt material, som uppslammades i 1000 ml vatten. Dessa uppslamningar behandlades på olika sätt:

- 1) Autoklavering 1 timme vid 1 atm. ö. t.
- 2) Extrahering 1 dygn vid 60° C.
- 3) Extrahering 1 dygn vid 60° C, därefter sterilfiltrering genom Seitz-filter.

Extrakten från nr 1 och 2 filtrerades genom ett vanligt filter, varefter 10 ml tillsattes till kolvarna med näringslösning, som sedan autoklavsteriliserades. Av extrakt nr 3 sattes 10 ml till de i förväg steriliserade lösningarna. Ympning ägde rum med mycel av *P. annosus*, som vuxit på maltfattig agar. Efter fyra veckor vid 22° C avslutades försöket, och myceltorrvikten (medeltal av 5 parallellförsök) bestämdes.

I tab. 14 ha resultaten sammanställts. Genomgående har *P. annosus* vuxit

Tabell 15. Tillväxt av *P. annosus* vid olika extraktmängd.
Zuwachs von *P. annosus* bei verschiedenen Extraktmengen.

Tillsats per kolv Zusatz pro Kolben	mg torrsvikt i extrakt från Mg Trockengewicht im Extrakt von		
	Lycksele	Tönnersjöheden	
		trakt 29	trakt 81
Näringslösning med			
0 ml extrakt.....	4,2	4,8	3,5
2 » »	20,2 ¹	10,9	8,7
5 » »	31,9	21,1	24,5
10 » »	40,5	28,0	44,1
20 » »	45,8	35,9	58,0
30 » »	49,2	44,8	78,8
30 » » ²	5,2	10,6	3,0
0,1 γ B ₁	45,3	44,6	43,1

¹ torrsvikten i o-givan frändragen.

² utan näringslösning.

bäst i extraktet från trakt 81 på Tönnersjöheden, men i de båda övriga extrakten har mycelproduktionen likväl varit av en sådan storleksordning, att frånvaron av *P. annosus* i Lycksele-trakten och på trakt 29 på Tönnersjöheden ej kan bero på att för svampen livsviktiga ämnen saknas i dessa humusprov.

På autoklaverat extrakt, som utvunnits på olika sätt, var mycelproduktionen praktiskt taget densamma. Det sterilfiltrerade extraktet däremot erbjöd sämre tillväxtpöjligheter. Sannolikt är det fråga om en absorption av vitamin B₁ vid filtreringen. FRIES (1938) har nämligen visat, att detta ämne kraftigt absorberas av ett Seitzfilter.

Att extrakten i första hand torde verka genom sin vitaminhalt framgår av följande försök. Extrakt gjordes av de olika humusproven medelst utlakning vid 60° C. Av filtratet tillsattes olika mängd till kolvar innehållande näringslösning. En kontinuerlig ökning av myceltorrsvikten med ökad tillsats av extrakt erhöles (tab. 15). Odling enbart i extraktet gav ett mycket litet utbyte, särskilt beträffande det extrakt, som härstammade från området med mycket rotröta. Halten av energigivande ämnen är sålunda liten.

En jämförelse mellan torrsvikten vid tillsats av 0,1 γ aneurin och de övriga torrsviktssiffrorna visar, att 10 ml extrakt från trakt 81 givit ungefär samma torrsvikt som 0,1 γ B₁. Av Lycksele-extraktet behövdes 20 ml och av extraktet från trakt 29 30 ml för att lämna ungefär samma torrsvikt. Vissa kvantitativa och möjliga även kvalitativa skillnader synas sålunda föreligga i fråga om dessa extrakts innehåll av vitaminämnen.

I tab. 16 ha siffrorna från en kemisk analys av jordproven och de ur desamma erhållna extrakten återgivits. I fråga om humusproven skilde sig

Tabell 16. Kemisk analys på humusproven och de utvunna extrakten.
Chemische Analyse der Humusproben und der gewonnenen Extrakte.

Prov från Probe aus	Humusprov Humusprobe				10 ml extrakt innehåller 10 ml Extrakt enthält		
	aska Asche	glöd- för- lust Glüh- verlust	kväve Stick- stoff	reduc. sub- stans reduz. Sub- stanz	aska Asche	kväve Stick- stoff	reduc. substans reduc. Substanz
	%	%	%	%	mg	mg	mg
Lycksele, Vb.....	35,6	64,4	0,80	0,4	4,8	0,77	13,8
Tönnersjöhedens försöksпарк							
tr. 29.....	10,6	89,4	1,46	0,5	4,9	0,96	11,4
tr. 81.....	54,6	45,4	1,07	0,2	5,6	1,05	9,6

provet från trakt 29 från de båda övriga genom sin låga askhalt. I de ur proven utvunna extrakten (genom uppvärmning till 60° C under 24 timmar) kunna inga större kvantitativa olikheter påvisas. Extraktet från trakt 81 innehåller mest av oorganiska beståndsdelar och kväve. Å andra sidan är halten av reducerbar substans lägst i detta extrakt.

Askbeståndsdelarnas betydelse för *P. annosus* har ej varit föremål för specialundersökningar. I de fall, där stora krav ställts på näringslösningens renhetsgrad (FRIES 1938, RENNERFELT 1944), har den av metalljoner endast innehållit kalium, magnesium och järn. Kalcium förefaller sålunda icke vara nödvändigt för tillväxten. JAHN (1934, 1935) har emellertid visat, att *P. annosus* vid tillsättning av kalciumkarbonat till näringssubstratet svarar med en stark ökning av mycelproduktionen. Den möjligheten föreligger alltså, att rotrotan befrämjas i kalkhaltig mark. På kalkmark, t. ex. våra silurområden, är svampen i varje fall mycket vanlig.

Liknande uppgifter finnas beträffande andra svampar. LINDEBERG (1944) har visat, att arter tillhörande släktet *Marasmius* reagera positivt för en tillsats av kalcium och f. ö. även för andra metaller, såsom mangan och zink.

Under laboratorieförhållanden är det ytterligt svårt att få *P. annosus* att växa på osteriliserad jord, förna o. dyl. (HILEY 1919, TRESCHOW 1941 m. fl.). HILEY antar, att detta beror på konkurrens framför allt från bakterier, medan TRESCHOW för sin del anser, att svampar, särskilt mögelsvampar, spela den största rollen som konkurrerande organismer. TRESCHOWS försök tyda på att mögelsvamparna bilda substanser, som äro giftiga för *P. annosus*, och eftersom *annosus*-mycelet i regel utvecklas väl på steriliserade humusprov, förstöras tydligen dessa giftiga ämnen vid upphettning. På grund av dessa försöksresultat förmodar TRESCHOW även, att *P. annosus* knappast förekommer växande i markens humuslager utan i stället företrädesvis lever

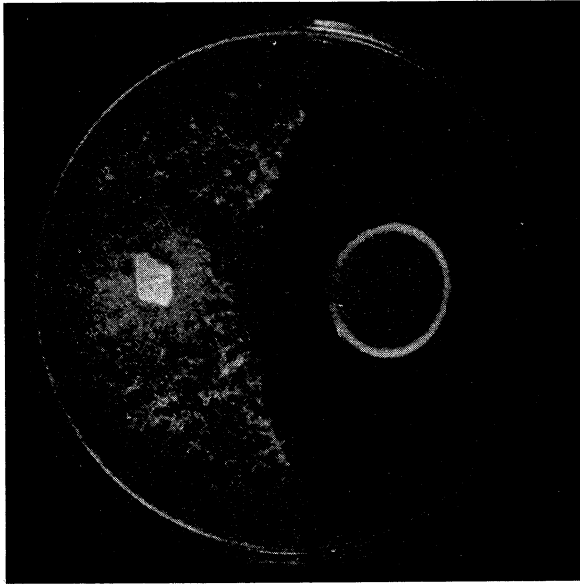


Fig. 23. *P. annosus* och *Penicillium solitum* växande i en petriskål. *P. annosus* hämmas starkt av mögelsvampen.

P. annosus und *Penicillium solitum* in einer Petrischale wachsend. *P. annosus* wird von dem Schimmelpilz stark gehemmt.

i döda rot- och veddelar, där konkurrensen från mögelsvamparna är föga kännbar.

Mikrofloran i marken har olika sammansättning beroende på trädbeståndets komposition, förnamaterialets beskaffenhet m. m. På Tönnersjöhedens försökspark gjordes en undersökning av mikrofloran i marken dels på trakt 29, dels på trakt 81. Svampfloran var både individ- och artrikare på trakt 29. Sålunda innehöll humusskiktet där bl. a. 18 600 *Penicillium*-diasporer per g torr jord mot endast 4 500 på trakt 81. På trakt 29 saknas *P. annosus*. Av det föregående ha vi erfarit, att svampen växer i humusextrakt från denna trakt, och att frånvaron av *annosus*-mycel därstädes sålunda icke beror på bristande näringstillgång i marken. Möjligen kan det förhålla sig så, att *P. annosus* effektivt motverkas av de övriga svamparna. Därtill kan ej blott det relativt stora antalet svampdiasporer bidra, utan bland dessa svampar finnas kanske arter, som äro speciellt verksamma mot *P. annosus*.

Vid framodling av *P. annosus* ur borrhålan ha vid upprepade tillfällen hämningsfenomen iakttagits i petriskålarna, särskilt i samband med *Penicillium*-arter och vissa bakterier. Ett exempel på en dylik stark antagonistverkan utgående från en mögelsvamp, *Penicillium solitum*, illustreras på

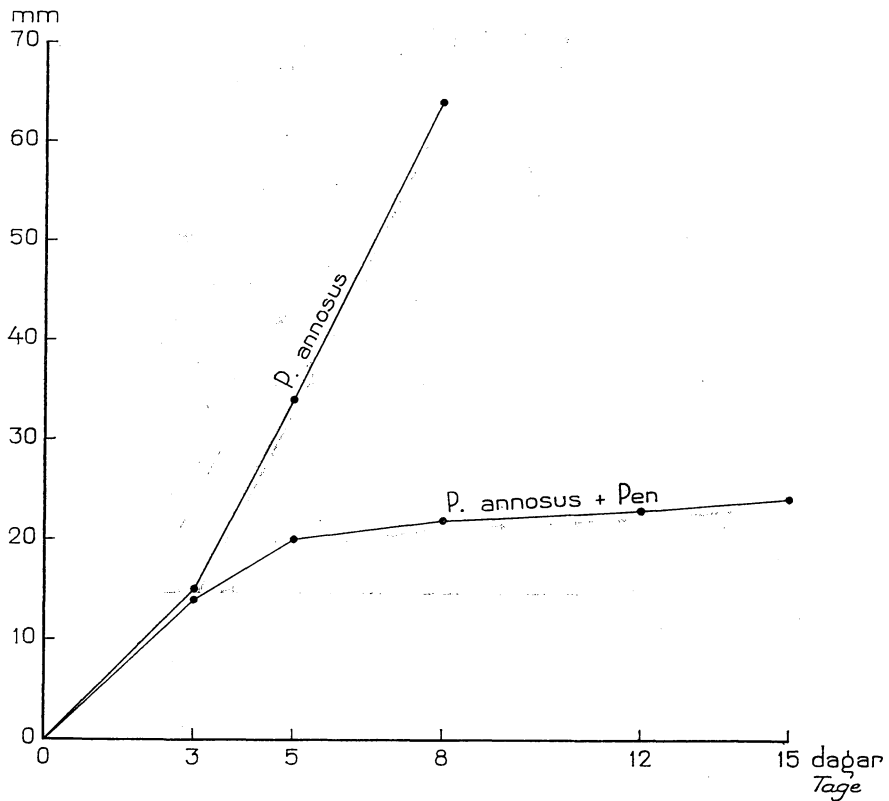


Fig. 24. Den hämmande inverkan av *Penicillium solitum* på *annosus*-mycelets tillväxt.

Die hemmende Einwirkung von *Penicillium solitum* auf das Wachstum von *P. annosus*.

fig. 23 och 24. En närmare undersökning över i marken förekommande mikroorganismers förhållande till *P. annosus* vore i hög grad önskvärd. De senaste årens forskningar ha visat, att fungicida och fungistatiska substanser produceras av ett stort antal mikroorganismer, såväl svampar som bakterier och actinomyceter (WAKSMAN 1945, s. 124).

6. Sambandet mellan rottröta och markens fysikaliska och geologiska beskaffenhet.

Markens fysikaliska struktur tillmättes av flera forskare en stor roll för rottrötans uppträdande. En erfarenhet, som gjorts såväl utomlands som i vårt land, är att rottrötan brukar uppträda svårt på gran och inom vissa områden även på tall, som planterats på mark, som tidigare utnyttjats till åker. Detta förhållande har närmare undersökts av bl. a. ALBERT och ZIMMERMANN (1907). De funno ingen påtaglig kvantitativ skillnad i fråga om

näringshalten i åker- resp. skogsjord, men väl i fråga om dessa jordars fysikaliska struktur. Framför allt gällde detta porernas beskaffenhet och ävenså porvolymen, som i en åkerjord var mindre än i en skogsjord. Liknande resultat erhöLL BURGER (1924) i sina omfattande undersökningar och ävenså ROHMEDER (1937).

Detta förhållande medför, att en åkerjord ofta får en tätare struktur än skogsjorden. Den har lägre luftkapacitet och behåller under regnperioder vatten längre; den är alltså icke lika genomsläpplig som skogsjorden. Samtidigt avger den under torkperioder på grund av större kapillaritet vatten lättare. De fina rotsystemen löpa därför i gammal åkerjord större fara för att kvävas på grund av stagnerande grundvatten resp. dö på grund av torka än i en skogsjord (HILEY 1919, KÖNIG 1923, ANDERSON 1924, LÖFTING 1937).

Gränsskiktet mellan matjord och alv utgöres dessutom ofta av en hård s. k. plogsula. Denna plogsula ha rötterna svårt att tränga igenom, rotsystemen tvingas att utveckla sig horisontalt, rötterna löpa risk att skadas genom t. ex. rottryckning, och möjlighet för *annosus*-mycelet att vinna insteg har skapats. En dylik ytlig utveckling av rotsystemet, som givetvis ej blott är begränsad till gammal åkermark, är enligt danska forskares uppfattning den viktigaste betingelsen för uppkomsten av rotröta i Danmark (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN, 1939, s. 370).

Enligt undersökningar av VAN DER WENSE (1929) finnas dock exempel på f. d. åkerjordar, där granen kan vara friskare än på gammal skogsmark. Närmare undersökningar visade, att det i dylika fall var fråga om luckra jordar, där rotsystemet kunde tränga djupare ned än i skogsjordar.

Ytterligare en faktor, som kan bidra till att rotrötan blir svårare på gammal åkerjord än på skogsjord, har omnämnts av VON HOPFFGARTEN (1933). Han undersökte vedens beskaffenhet och fann, att gran på f. d. åkerjord var porösare byggd. Trakeidernas tvärsnitt var större och höstvedsprocenten utgjorde blott 19,9 % mot 35,5 % hos gran på gammal skogsmark. I frodvuxen ved utvecklas *P. annosus* enligt flera forskares åsikt bättre och snabbare än i senvuxen ved.

Av tab. 17 synes, att rotrötan på mark, som tidigare utnyttjats som åker, kan få en synnerligen svår omfattning. I de flesta fall voro mer än 50 % av granarna angripna. Även i blandbestånd, t. ex. av gran och tall, har *P. annosus* svårt angripit granen. Exempel på dylika blandbestånd äro Vittskövle I, Sjöarp II och Högsby mo i tabellen. På lokalen vid Sjöarp ingick tall till ca 50 %. Förutom av *P. annosus* var granen på denna yta även angripen av *Armillaria mellea*.

På åkermark angripes även tallen flerstädes svårt av rotröta. I fråga om rena tallbestånd behandlas detta närmare på s. 78. I blandbestånd har jag observerat dylika angrepp på ett par håll; t. ex. vid Dänningelanda i Värends

Tabell 17. Förekomst av rotröta på gammal åkermark.
Vorkommen von Wurzelfäule auf altem Ackerboden.

Plats Ort	Jordmånens beskaffenhet Beschaffenheit des Bodens	Granens ålder Alter der Fichte	Röta Fäule %
Vittskövle I, Sk.	god sandmark	ca 65	42
» II, »	» »	60	58
Oretorp, »	» »	55	52
Tallet, Bl.....	morän	ca 60	53
Sjöarp I, Bl.....	grund morän	55	83
» II, ».....	sandbl. morän	40—50	96
Högsby mo, Ög....	finkornig sand	36	ca 50 ¹

¹ På de mest utsatta fläckarna; f. ö. 15—20 %.

revir och på Högsby mo vid Mjölby. På den förstnämnda platsen hade gran och tall planterats 1899 på gammal åker på moränmark. Tallen angripes nu i stor omfattning och dödas av svampen på en sommar. Även granen torkar på rot till följd av rotröteangrepp, ehuru ej i samma omfattning.

Enligt uppgifter från forstmästare H. BERGLUND uppdrogos bestånden på Högsby mo genom plantering av tvåårig gran och tall år 1910. De områden, där rotrötan nu visar sin största omfattning, hade före 1910 brukats som åker. Rotrötan uppträder fläckvis och inom dessa fläckar dö så gott som alla tallar bort. En undersökning av granarna visade, att ca hälften av granarna voro rötskadade. Vid skogsplanteringen av detta område utfördes en kemisk analys av jorden, som gav till resultat, att marken visade brist på kali och kalk, möjligen även fosforsyra (bedömt efter lantbruksväxternas behov). För att avhjälpa denna brist utströdde man omkring plantorna benmjöl och thomasfosfat. På dessa gödslade områden är nu angreppet av rotröta kraftigast. Möjligen kan ett direkt samband finnas mellan gödningen och förekomsten av rotröta.

I fråga om jordmånens beskaffenhet finnas många varandra motsägande uppgifter om rotrötans uppträdande. KÖNIG (1923), VON HOPFFGARTEN, LÖFTING (1937) och PEACE (1938) funno, att gran var mest utsatt på lerjordar. ANDERSON (1921) påträffade de största rötskadorna på sandjordar. Mina erfarenheter från Sverige är att rotrötan kan påträffas på såväl genomsläppliga porösa sand- och moränjordar som på jordar bestående av finare, mera tätt packade partiklar (tab. 19, 20, 21). Närmare framgår detta dessutom av den mekaniska analys, som utförts på en del olika jordarter, där rotröta uppträtt i större eller mindre utsträckning (tab. 18).

På Granskär i Norrbottens län utgjordes den största delen av mineraljorden av grov- och finmo. Mineraljorden på försöksytan i Ramsta består av söndervittrad olivindiabas, ett material som övervägande vittrar sönder

Tabell 18. Mekaniska analyser på mineraljorden från områden med och utan rotröta.

Mechanische Analysen der Mineralerde von Gegenden mit und ohne Wurzelfäule.

Plats Ort	Granens sundhets- tillstånd Gesundheits- zustand der Fichte	Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mellan- sand	Grov- mo	Finmo	Grov mjåla	Fin- mjåla	Ler	Bas- mineral index
		20—6 mm	6—2 mm	2—0,6 mm	0,6— 0,2 mm	0,2— 0,06 mm	0,06— 0,02 mm	0,02— 0,006 mm	0,006— 0,002 mm	<0,002 mm	%
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Granskär, Nb., ren gran..	sjuk	9,4	12,2	13,5	13,3	22,5	17,4	7,7	2,6	1,4	16,2
» , » , gran och björk.....	rel. frisk	9,1	9,1	9,6	15,1	25,7	15,9	10,2	3,7	1,6	13,9
Ramsta, Ång. övre delen.	» »	18,9	36,8	24,6	8,6	5,2	2,5	1,3	0,8	1,3	84,2
» , » nedre »	sjuk	17,2	32,4	25,5	10,8	5,9	2,4	1,8	1,0	3,0	80,6
Linatorp, Sdm., övre »	rel. frisk	1,1	2,5	1,6	1,8	6,4	23,7	29,4	20,4	13,1	—
» , » nedre »	sjuk	12,6	5,3	13,1	14,1	19,4	11,1	8,4	5,5	10,5	10,8
Ågesta, Sdm.	rel. frisk	22,2	18,8	13,3	9,0	11,7	10,8	5,1	2,7	6,4	31,5
Tönnersjöheden, Hall.											
tr. 29.....	frisk	6,2	4,3	7,9	10,8	41,1	18,2	5,9	2,0	3,6	4,3
tr. 81.....	»	9,9	5,3	11,0	19,5	32,1	11,4	5,1	1,8	3,9	7,2
tr. 81.....	sjuk	6,7	7,9	9,7	19,0	33,3	13,6	5,0	0,9	3,9	8,2
tr. 80.....	rel. frisk	6,5	9,3	10,6	14,4	31,8	15,3	5,4	1,8	4,9	9,1

till genomsläppligt grus och sand. Basmineralindex var f. ö. ovanligt högt på detta område, mer än 80.

Vid Linatorp utgjordes mineraljorden av huvudsakligen mo och mjåla på den friska delen av området, medan den sjuka delen bestod av grövre mer genomsläppliga partiklar. Vid Ågesta övervägde sanden. Provytorna på Tönnersjöhedens försökspark innehöll huvudsakligen partiklar i storleksordningen mellansand till grovmo.

Som framgår av tab. 18, uppträder rotrötan i olika omfattning på dessa platser. Områden finnas, där rotrötan är mycket vanlig och andra strax intill, där rotrötan är sällsynt. En jämförelse mellan dessa olika ytor, t. ex. de båda ytorna från Granskär (fig. 25 och 26), eller den friska och sjuka delen av provytan T 49 på Tönnersjöheden (fig. 30) företeer i fråga om den mekaniska analysen inga påtagliga skillnader. Dessa analyser äro för få för att tillåta en generell slutsats, men de peka likväl i den riktningen, att partikelstorleken i och för sig icke kan tillmätas någon avgörande betydelse, när det gäller uppkomsten av rotröta.

Beträffande berggrundens geologiska beskaffenhet anser ROHMEDE (1937), att skadorna av rotröta bli särskilt utpräglade på jordar, som bestå av finvittrande bergarter, såsom basalt, diabas, kalk m. m., medan rotrötan på bergarter, som lämna grövre vittringsprodukter, såsom sandsten och vissa urbergsformationer, blir mindre svårartad. Närmare undersökningar häröver ha ej bedrivits i Sverige, men på kalkrika marker är rotrötan utan tvivel vanlig, medan den på sandstensområden och i det nordsvenska urbergsom-

rådet är sparsamt förekommande (fig. 18). Med tanke på de nyss diskuterade värdena från den mekaniska analysen anser jag dock, att rotrötans större frekvens på kalkrika marker icke enbart kan vara fråga om en liten partikelstorlek hos de enskilda jordbeståndsdelarna. Även andra faktorer torde inverka.

7. Sambandet mellan rotröta och granens naturliga utbredningsområde.

Där granen odlas utanför sitt naturliga utbredningsområde, angripes den lätt av rotröta (OPPERMANN 1922, RUBNER 1934, s. 336, ROHMEDEK 1937). Nämda forskare anse, att detta beror på att granen inom dylika områden möter klimatiska förhållanden, till vilka den ej hunnit anpassa sig. Detta skulle medföra, att granen blir ömtåligare eller på annat sätt mer disponerad för rötangrepp än inom det naturliga utbredningsområdet.

I områden med milda vintrar förlänges vegetationsperioden, varigenom veden blir mer porös och frodvuxen. I dylik ved kan rötan sprida sig hastigare än i mer senvuxen ved. Dylika områden förekomma t. ex. utefter kusten i Danmark, där granen flerstädes är svårt angripen av rotrötan. Troligen gäller samma sak flerstädes i södra och sydvästra Sverige, där granen odlas utanför sitt naturliga utbredningsområde och där svåra angrepp av rotröta konstaterats.

Liknande förhållanden råda beträffande tallen. ROLL-HANSEN (1940) anser, att de talrika fallen av rotröta på tall på Vestlandet kunna sammanhånga med det fuktiga klimatet, vilket icke är särskilt lämpligt för tallen, men troligen gynnsamt för *P. annosus*. Sannolikt bidra dylika klimatfaktorer till att tallen även flerstädes i Sverige, framför allt i de sydligaste landskapen, svårt angripes av rotröta.

På flera håll i landet finnas kulturer utförda med frö av utländskt, i synnerhet tyskt ursprung. Så torde t. ex. vara fallet med gran odlad på sandmark vid Barsebäck i Skåne (fig. 29) och med både gran och tall på de i föregående kapitel omnämnda ytorna vid Dänningelanda och Högsby mo. De båda sistnämnda platserna hade, som tidigare omtalats, före skogsplanteringen använts som åker, vilket också torde ha bidragit till den svåra omfattning, som rotrötan fått därstädes.

8. Sambandet mellan rotröta och kulturmetod.

Enligt undersökningar av REUSS (1907), HAVELIK (1924), BAUER (1936) och ROHMEDEK (1937) kan en oriktig sådd eller plantering medföra, att rotsystemet delvis dör bort eller utvecklas olämpligt, så att redan på ett tidigt stadium rotröta kan vinna inträde i trädet. REUSS (1907, s. 261) anför ett exempel på att en för djup plantering av granplantorna medfört, att det

primära rotsystemet helt eller delvis ruttnat bort. Genom de döda rotpartierna har *P. annosus* tagit sig in och redan på ett tidigt stadium förorsakat svåra skador i beståndet.

Ur ROHMEDERS arbete må följande siffror anföras:

	60-årigt bestånd		
Sådd	8,8 %	rötskadade	träd
Enkelplantering	13,7 %	»	»
Knippeplantering	18,9 %	»	»

I detta fall ha alltså granar, som planterats i knippe, blivit mest rötskadade, vilket ROHMEDEr förklarar så, att rotsystemen där konkurrerat mera med varandra och delvis dött bort, varigenom *P. annosus* på ett relativt tidigt stadium kommit in i träden.

I ett annat fall erhöles följande värden:

Kulturmetod

Radsådd	5 %	angripna	granar
Plantering med 3-åriga plantor	9 %	»	»
» » 4-åriga omskolade plantor	16 %	»	»

Planteringen med omskolade plantor har lämnat det sämsta resultatet, sannolikt beroende på att rotskadorna vid två omplanteringar blivit ganska betydande.

ROHMEDEr lämnar emellertid även exempel på att bestånd uppkomna efter sådd kunna vara hårdare angripna än dylika, som planterats:

	64-årigt bestånd		
Sådd	40 %	rötskadade	granar
Plantering	17 %	»	»

Då i detta fall den enda olikheten hos bestånden består i ett olika antal plantor per ytenhet under kulturernas första årtionden, drar ROHMEDEr den slutsatsen, att rotsystemen i bestånden, uppkomna efter sådd, trängt varandra, varigenom bättre betingelser skapats för rotrötans inträngande.

FABRICIUS (1928) anser, att sådd kan ge upphov till relativt friska bestånd, och han anför exempel på att 30—50-årig gran, uppkommen genom självsådd i *Trametes*-hål var ganska frisk. Flera faktorer kunna medverka till att de självsådda bestånden bli motståndskraftiga. FABRICIUS anför, att bestånden bli olikåldriga och att veden blir mer finringad under ungdomsåren. Risken för rotskador är även betydligt mindre än vid plantering.

Beträffande skillnad i rötfrekvens mellan kulturskog och naturligt föryngrad skog anför dock både FLURY (1907) och FALCK (1930) siffror, som visa, att rotrötan i den på naturligt sätt föryngrade skogen kan vara lika svår som

i en kulturskog. Liknande erfarenheter gälla för vårt land. Granskogarna på den jämtländska siluren och i Medelpads och Ångermanlands kusttrakter torde höra till de skogar, som äro mest utsatta för rotröta i vårt land.

KAP. VIII. ROTRÖTANS FÖREKOMST I RENA GRANBESTÅND OCH I BLANDBESTÅND.

Samtidigt som sterila prov togos för att bestämma rötans art borrades ett antal träd, för att man skulle få en uppfattning om antalet rötskadade granar på området i fråga. För detta ändamål lades små tillfälliga provytor ut, i rena granbestånd minst 20×20 m, i blandbestånd 30×30 m. På dessa ytor borrades alla granar med en brösthöjdsdiameter på 10 cm och däröver ca 30 cm ovan marken. Samtidigt gjordes anteckningar om trolig art av röt-svamp, om förekomst av sår eller kådflöde, om trädens utseende m. m. När så erfordrades, bestämdes trädens ålder genom räkning på borrspån från friska träd. En kort beskrivning gjordes även av markvegetationen, beskaffenheten av humustäcket och mineraljorden undersöktes, och i övrigt inhämtades så vitt möjligt de upplysningar, som kunde vara av värde för undersökningen. På detta sätt ha mer än 100 lokaler besökts, varvid sammanlagt ca 8 000 provträd och stubbar undersökts.

I. Undersökningar i rena granbestånd.

I tab. 19—21 ha borringar i rena granbestånd sammanförts. I flera fall är rötfrekvensen mycket hög, upp till 60 à 70 % eller ännu mer. Så är ofta fallet med gran på kalkmark, t. ex. på Omberg, kring Siljan och Storsjön, i

Tabell 19. Frekvensen av rotröta i granbestånd i Götaland.
Häufigkeit der Wurzelfäule in Fichtenbeständen in Götaland.

Nr	Plats Ort	Jordmån Bodenart	Beståndets ålder Alter des Bestandes	Röta Fäule %
1	Maltesholm, Sk.	mulljord	80	17
2	Sjöbo, Sk.....	sand	50—55	84
3	Stenagårdsmark, Bl.	svallad morän	ca 60	23
4	Mällsjöhult, Bl.....	mullgrus	100—110	7
5	Gö, Bl.....	sand och grus	42	28
6	Lunnaby, Sml.....	morängrus	60—70	40
7	Erikstorp, Sml.....	grusmark	60—70	53
8	Bäck, Sml.....	morän	60	73
9	Värnamo, Sml.....	sandbl. mull	75—80	37
10	Lerum, Vg.....	mulljord	80—90	15
11	Omberg, Ög.....	»	55	51
12	Ingridby, Dls.....	lerskiffer	40—60	61

Tabell 20. Frekvensen av rotröta i granbestånd i Svealand.
Häufigkeit der Wurzelfäule in Fichtenbeständen in Svealand.

Nr	Plats Ort	Jordmån Bodenart	Beståndets ålder Alter des Bestandes	Röta Fäule %
1	Linatorp, Sdm.	lerjord	65—90	39
2	Dimbo a, Nrk.	morän	50—60	28
3	» b, »	»	50—60	12
4	Rimsjö, Upl.	morängrus	150—170	28
5	Ransta, Vsm.	lerjord	ca 100	27
6	Isåtra, Vsm.	mulljord	ca 100	61
7	Hammartorp a, Vrm. ...	sand och grus	60—70	11
8	» b, » ...	» » »	60—70	57
9	Halmstahaget, » ...	» » »	80	62
10	Stöåsängen, » ...	mjåla	60—70	52
11	Skattungbyn, Dlr.	lermylla	70—80	55
12	Kallmora, »	mulljord	90—100	19

Klarälvsdalen och i Ångermanlands kusttrakter. På Omberg förefaller rotrötan att ha hållit sig tämligen konstant under en lång följd av år. Enligt A. NILSSONS år 1896 verkställda undersökning voro 54 % av granarna röt-skadade. Vid en år 1945 utförd borring av 345 granar erhöles 51 % röt-skadade träd.

Beträffande jordmånens struktur ha svåra angrepp påträffats på marker med finkorniga beståndsdelar, såsom lera och mjåla, där rotsystemet möjligen kan ha vissa svårigheter att utveckla sig på djupet. Emellertid har svår rotröta även konstaterats på mullhaltiga jordar, som ej kunna karakteriseras såsom grunda, och där alltså rotsystemet bör utveckla sig på djupet. Även på mäktiga, väl dränerade moränåsar kan en hög frekvens av rotröta påträffas. Den ytliga utveckling av rotsystemet, som förekommer på vissa grunda åkerjordar och mark av likartad fysikalisk beskaffenhet, och som i Danmark anses vara den viktigaste förutsättningen för uppkomsten av rotröta, torde sålunda flerstädes i vårt land icke spela den avgörande rollen.

Av intresse är att *P. annosus* i ganska stor omfattning påträffats i stava-granbestånd. Prov från dylika bestånd ha erhållits från t. ex. Halåsen i Jämtland. I 130-åriga stavagranar med en diameter på 8—10 cm, alltså mycket senvuxen ved, hade t. o. m. hålröta uppstått.

I en del fall ha bestånd påträffats, där rotröta blott förekom i ringa utsträckning. Så är t. ex. fallet med bestånden 1 och 4 i tab. 19. I båda fallen har granen där planterats efter bok, vilket även enligt danska erfarenheter brukar leda till friska bestånd. I några andra bestånd med relativt lindriga angrepp (tab. 19: 10, tab. 20: 7 och 12, tab. 21: 5) har troligen granen även i föregående generationer varit det förhärskande trädslaget.

De flesta undersökta granbestånden ha tillhört den risrika skogstypen med blåbär och lingon som dominerande högre växter. Av mossor ha *Hyloco-*

Tabell 21. Frekvensen av rötröta i granbestånd i Norrland.
Häufigkeit der Wurzelfäule in Fichtenbeständen in Norrland.

Nr	Plats Ort	Jordmån Bodenart	Beståndets ålder Alter des Bestandes	Röta Fäule %
1	Ramsta a, Ång.....	vittrad olivindiabas	70—80	27
2	» b, »	» »	70—80	60
3	Torrom a, »	mulljord	65—70	84
4	» b, »	»	70—80	45
5	» c, »	sandblandad mull	70	9
6	Salteå, »	mjäla	55—60	49
7	Meland, »	lerblandad mull	50—60	31
8	Sjöland, »	mjäla	60—65	29
9	Docksta, »	morän	70—75	50
10	Käxed, »	mulljord	50—60	84
11	Sollefteå, »	»	45—60	27
12	Brunflo, Jtl.....	»	70—75	68
13	Frösön, »	»	75—80	52
14	Åskott, »	»	70	74
15	Trusta, »	morän	70—80	29
16	Undersåker, »	mulljord	80—110	63
17	Kärnäset, »	»	110	55
18	Umeå, Vb.....	morän	110—140	46
19	Kulbäcksliden, Vb.....	»	160—170	40
20	Granskär, Nb.....	fin sand med grus	60—70	55
21	Vitträsk, Nb.....	sandblandad mjäla	110—130	45

mium Schreberi och *H. splendens* antecknats i flertalet fall. Även i örtrika skogar med *Geranium silvaticum*, *Aconitum septentrionale* och *Mulgedium alpinum* m. fl. som karaktärsväxter har rotröta i flera fall påträffats i stor omfattning.

Några växter, som skulle vara speciellt utmärkande för rötfläckarna, har jag ej kunnat iakttaga. Från Skottland uppger emellertid FENTON (1943), att det på rötfläckarna alltid förekom bladmossan *Leucobryum glaucum*. Även ett par gräs, *Holcus mollis* och *Agrostis tenuis*, påträffades tämligen regelbundet på dessa fläckar. Är det fråga om verkliga luckor i bestånden till följd av att träden dött och avverkats, kunna de ändrade ekologiska betingelserna på dessa luckor jämfört med beståndet i övrigt kanske förklara förekomsten av dessa växter.

I ett flertal fall (tab. 20: 2 och 3, 7 och 8, tab. 21: 1 och 2, 3—5) ha intill varandra liggande ytor borrats, där rotrötan förekommit i mycket olika omfattning. Detta sammanhänger uppenbarligen med den för rotrötan karakteristiska fläckvisa förekomsten (fig. 6, 25 och 30). Orsaken till att dylika rötfläckar uppkomma är icke lätt att ange. Det kan bero på lokala olikheter i terrängförhållandena, på olika struktur i jordmånen, på lokala kalkförekomster o. dyl. En del faktorer kunna gynna svampen, så att den blir mer aggressiv och virulent. Samtidigt kunna de inverka ogynnsamt på granbeståndet, så att ett svårt angrepp kommer till stånd. På friska områden kunna

förhållandena motverka svampen och vara gynnsamma för trädens sundhetstillstånd. Att utreda orsakssammanhanget härvidlag torde emellertid icke vara så enkelt. Som framgått av tab. 12, 14 och 18, har det i en del närmare undersökta fall icke gått att påvisa några väsentliga olikheter i fråga om pH, näringshalt eller kornstorlek hos jord från friska resp. sjuka fläckar i varandra närbelägna bestånd.

En rötfläck kan vara tämligen konstant till sin storlek under flera år men också breda ut sig i olika riktningar. I granbestånd äro fläckarna oftast oregelbundna med friska träd insprängda bland de sjuka, antingen i enstaka individ eller i grupper (fig. 6, 25, 27, 30 och 31). Som ett exempel på den hastighet, varmed rotrötan sprider sig i ett granbestånd, kunna följande siffror från en växtlig granskog i Nora socken, Ångermanland, anföras. Av 505 träd voro 1937 150 eller 30 % angripna av rotröta. År 1944 hade antalet infekterade träd stigit till 244 eller 48 % av hela antalet, alltså en avsevärd ökning på den relativt korta tidrymden av 7 år. Även på Tönnersjöhedens försökspark synes sjukdomen gripa hastigt kring sig (RENNERFELT 1945, tab. 5).

I tallkulturer resultera angreppen i nära nog cirkelrunda fläckar, »*Trametes-hål*», där det är möjligt att mäta infektionens radiala tillväxt med tillhjälp av trädens bortdöende. Vid Högsby mo beräknades på detta sätt rotrötan sprida sig centrifugalt med en hastighet av ca 2 m per år.

2. Undersökningar i blandbestånd.

Att granen i regel håller sig friskare i ett blandbestånd än i ett rent granbestånd är en gammal erfarenhet. Flera direkta iakttagelser finnas också (KÖNIG 1923, FLURY 1926, ROHMEDEK 1937, FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1938, s. 396, m. fl.). Ett blandbestånd kan hålla sig friskare av flera orsaker. I ett blandbestånd av t. ex. gran och bok kunna granrötterna få större möjligheter att söka sig ned på djupet på grund av att bokens rotsystem tränger långt ned i marken. Genom lövfallet blir det ofta även en bättre mullbildning, som gör marken mera porös och genomsläpplig. I en ren granskog bildas under vissa omständigheter ett tätt skikt av långsamt förmultnande barr. Detta skikt kan ibland vid mindre nederbörds mängder verka nästan vattenavvisande, under sommaren riskera därför ytliga rötter att torka bort. Under vintern däremot blir ett dylikt skikt surt och stagnerande, vilket ej heller är bra för rötternas sundhetstillstånd. I ett blandbestånd kan alltså rotsystemets allmänna utveckling gå i en sådan riktning, att det under en längre tidrymd håller sig friskt och därmed under en längre tid undgår att bli infekterat än i ett rent granbestånd.

Även en annan omständighet bör framhållas i detta sammanhang. Som tidigare omtalats, ha flera forskare kommit till den uppfattningen, att *annosus*-mycelet troligen har vissa svårigheter att tillväxa i humusskiktet. Den lokala

Tabell 22. Frekvensen av rotröta i blandbestånd.
Häufigkeit der Wurzelfäule in Mischbeständen.

Nr	Plats Ort	Blandning Mischung	Jordmån Bodenart	Bestån- dets ål- der Alter des Bestandes	% rötska- dad gran fäulebe- schädigte Fichten
1	Vittskövle, Sk.	0,8 g; 0,2 t	sandmark	65	42
2	Lunnaby, Sml.	0,6 g; 0,4 t	morängrus	60—70	6
3	Berga, »	0,3 g; 0,7 t	sandig morän	65—70	29
4	Bratteborg, »	0,7 g; 0,3 t	sandmo	60—80	46
5	Upperud, Dls.	0,7 g; 0,3 t	lerskiffer	55	31
6	Ågesta, Sdm.	0,5 g; 0,4 t; 0,1 löv	morän	60—90	20
7	Täby, Upl.	0,5 g; 0,5 t	»	70—80	22
8	Rimsjö, »	0,6 g; 0,4 t	morän med mjåla	ca 120	32
9	Husta, Vsm.	0,7 g; 0,3 t	grus och sand	70—110	17
10	Halmstahaget, Vrm.	0,5 g; 0,5 t och lårk	» » »	80	0
11	Överhärde, Hls.	0,4 g; 0,6 t	sandjord	60—70	12
12	Skarmyra, »	0,5 g; 0,5 t	blockig morän	80—130	27
13	Brunflo, Jtl.	0,8 g; 0,2 t	lerskiffer	95—100	32
14	Rödögården, »	0,6 g; 0,4 t	sandblandad mull	85	17
15	Dille, »	0,5 g; 0,5 t	mulljord	65	8
16	Hålland, »	0,7 g; 0,3 bj	morän	100—110	19
17	Undersåker, »	0,6 g; 0,4 t	mjåla	80—90	10
18	Kärnåset, »	g och bj	mulljord	110	9
19	Kåxed, Ång.	0,7 g; 0,3 löv	»	58—60	13
20	Risnås, »	0,7 g; 0,3 löv	fin sand	55—60	3
21	Vindeln, Vb.	0,7 g; 0,3 t	morän	85—105	7
22	Granskår, Nb.	0,5 g; 0,5 bj	fins sand med grus	55	14

spridningen skulle i stället äga rum på så sätt, att rötter på friska träd komma i kontakt med *annosus*-infekterade rotsystem, alltså den uppfattning, som HARTIG tidigast gjort sig till tolk för. Sporer och konidier kunna även föras ned genom humuslagret till rotsystemen med tillhjälp av regnvatten m. m. (HILEY 1919, FALCK 1930). I ett blandbestånd blir en dylik rotkontakt mellan granrötter icke lika vanlig som i ett rent granbestånd, och likaså bli utsikterna för sporer och konidier att träffa på skadade granrötter mindre i ett blandbestånd. Samma sak gäller naturligtvis även för mycel, som eventuellt söker sig fram genom humustäcket.

Å andra sidan finnas flera exempel på att blandbestånd kunna vara lika svårt eller t. o. m. ännu värre angripna än de rena granbestånden. Dylika exempel anföras av FALCK (1930), ROHMEDE (1937) och PEACE (1938). ROHMEDE anser, att det utslagsgivande är andra förhållanden, såsom vatten- och markförhållandena. Äro dessa olämpliga för granen, blir den angripen antingen det är ett blandbestånd eller ej.

För att få en uppfattning om förhållandena i Sverige har jag på olika platser i landet jämfört förekomsten av rotröta i blandbestånd med rötfrekvensen i

rena granbestånd. Vid en dylik jämförelse är det av stor vikt, att ytorna äro så lika varandra som möjligt i fråga om ålder och markbeskaffenhet m. m. I flera av de fall, som anföras i nedanstående tabell, ligga de undersökta ytorna mycket nära varandra, varför olikheterna i jordmån o. dyl. torde vara ganska oväsentliga.

Av tab. 22 framgår, att rötfrekvensen i de flesta blandbestånd är ganska liten. Bestånd med ungefär hälften gran och hälften tall ha i flera fall varit anmärkningsvärt friska (nr 2, 14, 15 och 17). Även en blandning av gran och björk synes befrämja granens sundhetstillstånd (nr 16, 18 och 22). På ytan nr 10 med gran, tall och lärk påträffades icke en enda rötskadad gran, medan den rena granytan intill var svårt rötskadad.

I ett par bestånd voro dock relativt många granar angripna, t. ex. i ytan nr 1 från Vittskövle. Där var emellertid inblandningen av tall mycket liten, och troligen hade området före planteringen med gran och tall nyttjats som åker. Vid Bratteborg påträffades även rätt mycket röta i granen. Rötan var dock därstädes i flertalet fall förorsakad av andra svampar än *P. annosus*, vartill jag återkommer längre fram.

Tidigare har omnämnts ett par fall, där rotröta uppträtt på ett svårartat sätt i blandkulturer, nämligen vid Dänningelanda och på Högsby mo (s. 53). Där var även tallen svårt angripen. Liksom i fråga om ytan vid Vittskövle hade marken även på dessa platser utnyttjats som åker. Samma sak är också fallet med ytan Sjöarp II i tab. 17, där ungefär 50 % av kubikmassan utgjordes av tall. Här var så gott som varenda gran rötskadad. På f. d. åkermark synes sålunda granen genomgående bli svårt utsatt för angrepp av rotröta, även i blandbestånd. I en hel del fall angripes även tallen på dylika marker, i andra däremot icke.

På ett par platser i landet har en närmare jämförelse av rötförekomsten i det rena granbeståndet och i blandbeståndet företagits. För detta ändamål utlades mindre provytor, på vilka samtliga granar borrades och genom särskild provtagning på ett flertal träd undersöktes rötans beskaffenhet.

a) *Rotrötans uppträdande på Granskär i Töre socken, Norrbotten.*

Granskär i Kalix skärgård är en av de nordligaste fyndplatserna för *P. annosus* i vårt land. Någon gång på 1870—80-talet kalavverkades ön för att kolved skulle kunna anskaffas. Den nuvarande skogen är sålunda omkring 70 år gammal. Marken är kalkhaltig liksom flerstädes på öarna i Kalix skärgård. På ön finnas dels områden bevuxna med ren gran, dels områden där en blandskog av gran och björk förhärskar. En undersökning av rötfrekvensen inom dessa områden har visat, att rötfrekvensen är mycket olika.

I det rena granbeståndet uppträder rotrötan ganska svårartad, vanligen

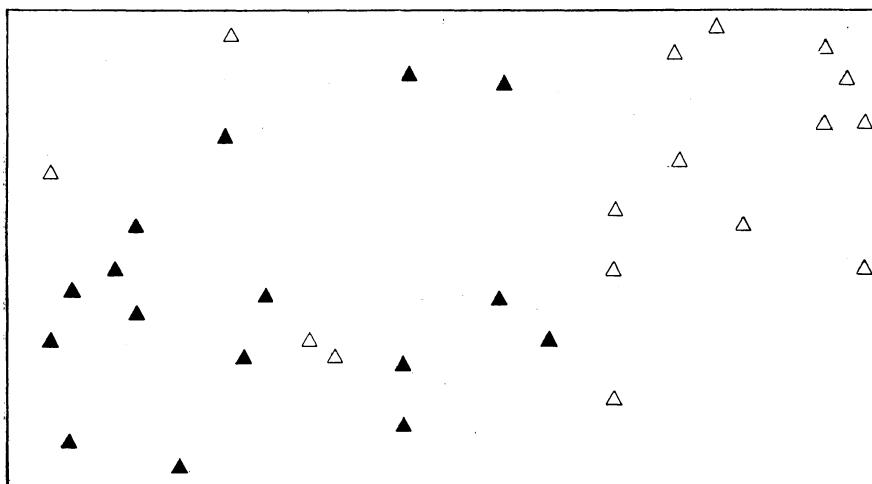


Fig. 25. Bestånd med ren gran på Granskär, Töre socken, Nb.
Reiner Fichtenbestand auf Granskär, Ksp. Töre, Norrbotten.

koncentrerad till vissa fläckar (fig. 25). Av de 38 granarna på denna yta voro 21 eller 53 % rötskadade. Sex enligt borrhåsmetoden undersökta prov innehöllo alla *P. annosus*. Ytan är belägen några m från strandkanten innanför ett bälte av alsnår och ca 2—3 m över havsytan. Markvegetationen utgjordes huvudsakligen av lingon, linnéa och revlumner. Av mossor påträffades *Hylocomium Schreberi*, *H. splendens*, *H. squarrosum* och *Dicranum scoparium*. Markens pH-värde återfinnes i tab. 12 och mekaniska analyser av mineraljorden i tab. 18.

På fig. 26 har förekomsten av rötskadade granar i björk-granbeståndet återgivits. Antalet angripna granar är här anmärkningsvärt litet. Av 41 borrhåda granar voro endast 4 st. sjuka (= 9,8 %). På detta område undersöktes rötorna från 6 st. granar närmare. Det visade sig, att 5 innehöllo *P. annosus*. Denna rötsvamp dominerade sålunda även här. Denna yta ligger längre in från strandkanten, ca 100 m, och omkring 8 m över havet. I fråga om markvegetationen kunde några väsentliga olikheter icke iakttagas. Ej heller pH-värden eller mekanisk analys skilde sig från den föregående ytan (tab. 12 och 18). För så vitt icke skillnaden i belägenhet har något avgörande inflytande på förekomsten av rotrötan — grundvattennivån t. ex. skulle möjligen kunna influeras härav — finnes ingen annan olikhet än att granen på den ena ytan är uppblandad med björk.

b. *Rotrötans uppträädande vid Brunflo, Jämtlands län.*

I närheten av Brunflo undersöktes tvenne ytor, belägna på siluområdet inom kronoparken Viken, den ena bestående av ren gran, den andra av gran

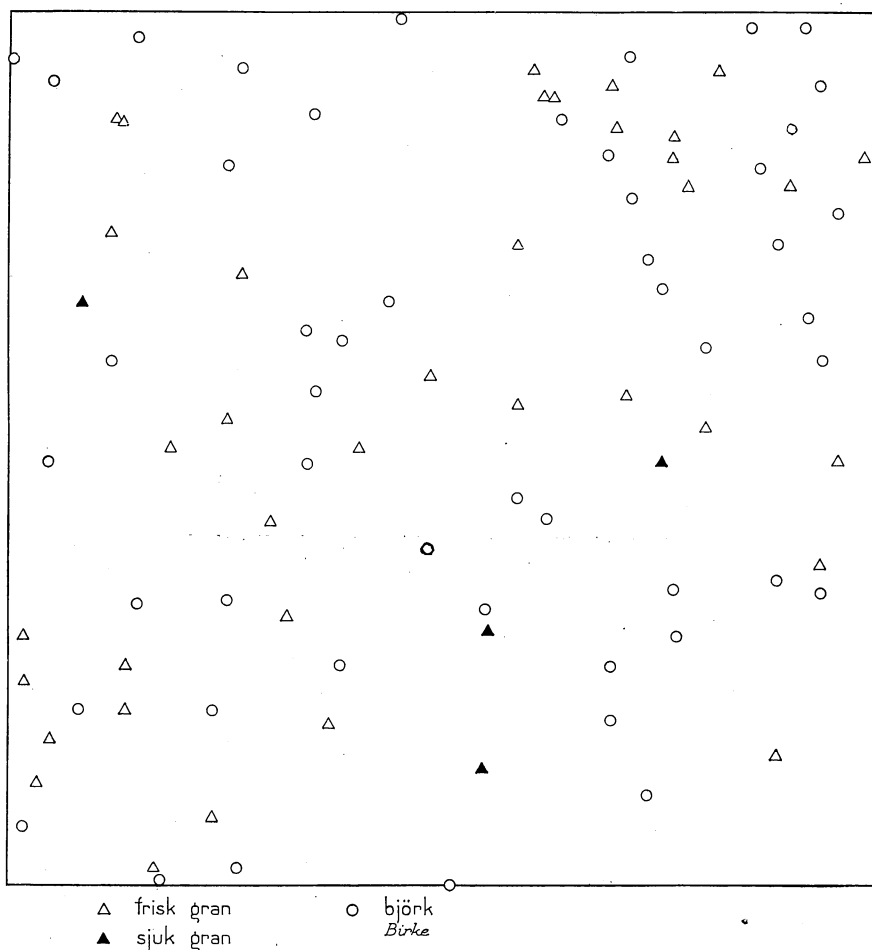
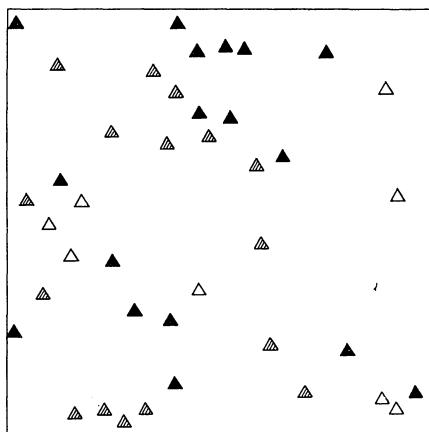


Fig. 26. Blandbestånd av gran och björk på Granskär. De rötangripna granarna förekomma sparsamt.

Mischbestand von Fichte und Birke auf Granskär. Die fäuleinfizierten Fichten kommen spärlich vor.

och tall. På granytan, som enligt uppskattning av jägmästare FORNANDER var en bonitet III, växte 25 granar i åldern 70—75 år. Ett par år tidigare hade 16 granar avverkat. Av stubbarna voro samtliga rötskadade och av de 25 granarna voro 17 sjuka och endast 8 friska (fig. 27). Om rötprocenten beräknas på antalet kvarvarande träd, blir den 68, medtagas även stubbarna, blir den icke mindre än 80. Enligt borrsånens utseende voro alla träden angripna av *P. annosus*. Ur 4 särskilt undersökta prov växte även denna svamp fram.

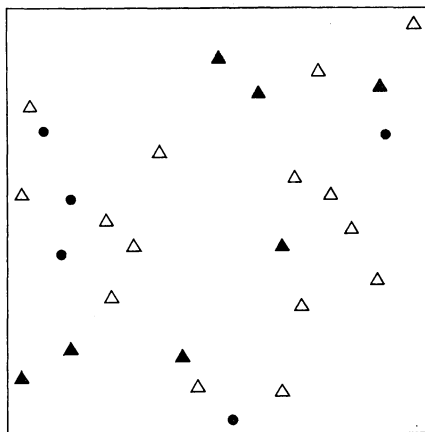
Skogstypen utgjordes här av frisk örtrik skog. Dominerande örter voro



△ frisk gran
▲ rötskadad gran
▲ rötskadad granstubbe

Fig. 27. Rent granbestånd vid Brunflo, Jtl. Granarna svårt angripna av rottröta.

Reiner Fichtenbestand bei Brunflo, Jämtland. Die Fichten sind stark von Wurzelfäule befallen.



△ frisk gran
▲ rötskadad gran
● tall

Fig. 28. Blandbestånd av gran och tall vid Brunflo, Jtl. Beståndet är friskare än i föregående fall.

Mischbestand von Fichte und-Kiefer bei Brunflo, Jämtland. Der Bestand ist gesunder als im vorigen Fall.

Aconitum septentrionale, *Anemone hepatica*, *Geranium silvaticum* och lingon. De sparsamt förekommande mossorna utgjordes av *Hylocomium Schreberi* och *H. splendens*. Förmultningen var god och jordmånen under humustäcket bestod av mulljord.

På den närbelägna ytan med gran och tall var granen likaledes av III bonitet, men något äldre, 95—100 år. Av de 22 granarna voro 15 friska och 7 rötskadade (fig. 28). Av 9 st. stubbar voro 6 angripna och 3 friska. Beräknas rötprocenten på de kvarvarande granarna, blir den 32, medtagas även stubbarna, blir den 42. Detta är ju en relativt hög angreppsprocent, men dock avsevärt lägre än på den rena granprovytan. Om tallinslag har någon motverkande betydelse i fråga om rottröta, bör det beaktas, att tallarna på denna yta endast utgjorde ca $\frac{1}{5}$ av antalet granar. På en del andra ytor inom den jämtländska siluren (tab. 22, nr 14, 15 och 17) var inslaget av tall större och rötfrekvensen hos granen var där betydligt lägre.

Skogstypen på denna yta var mossrik med blåbär och lingon som dominerande ris. Av örter påträffades *Aconitum*, *Linnaea* och *Majanthemum*. Mossorna voro företrädda av *Hylocomium splendens* och *Ptilium crista castrensis*. Jordmånen bestod av förvittrad lerskiffer, blandad med mylla.

c. Rottrötans förekomst vid Barsebäck.

Rottrötans uppträdande i Lundåkraskogen vid Barsebäck, Skåne, är mycket egendomligt. Skogen planterades här för ungefär 50 år sedan på ett flygsands-

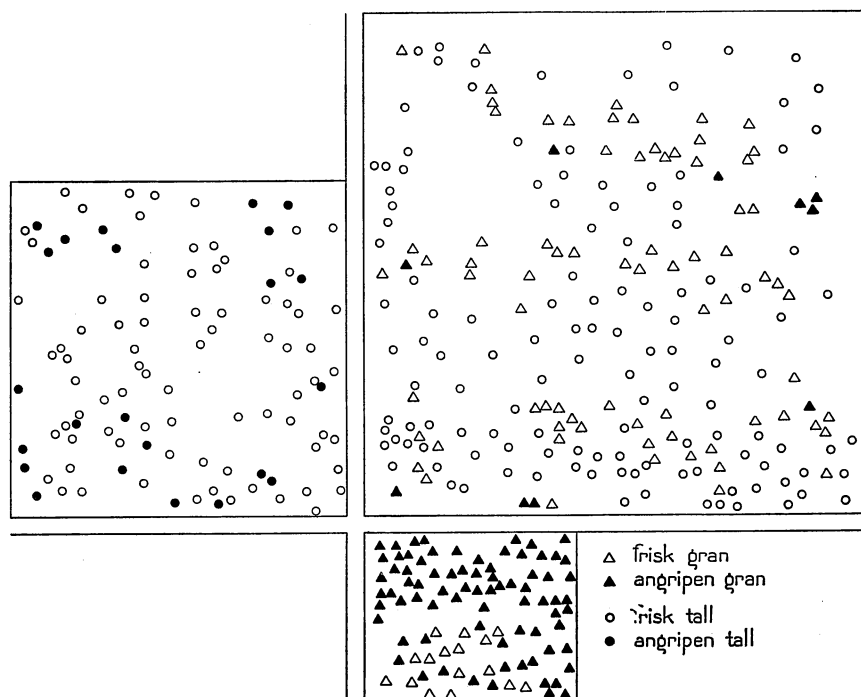


Fig. 29. Del av Lundåkraskogen vid Barsebäck. Rotrötan uppträder rikligt i det rena granbeståndet, i mindre omfattning i tallbeståndet och knappast alls i gran-tallbeståndet.

Teil des Lundåkra-Waldes bei Barsebäck. Die Wurzelfäule tritt in dem reinen Fichtenbestand reichlich auf, in geringerem Masse in dem Kiefernbestand und fast gar nicht in dem Fichten-Kiefernbestand.

fält med sandlager av stor mäktighet. En del av området planterades med enbart gran, en annan del med enbart tall och vissa områden med en blandning av gran och tall. Tre dylika ytor, skilda åt från varandra av smala skogsvägar, återgivas på fig. 29. Som synes är granen i det rena granbeståndet mycket svårt rötskadad, på en ganska stor yta är varenda gran angripen. De angripna granarna kunna delvis ha ett ganska växtligt utseende, delvis torka de på rot till följd av rotrotan. I blandbeståndet finnas blott ett fåtal sjuka granar, varav de, som stå närmast den rena granytan, sannolikt blivit direkt smittade, t. ex. genom rotkontakt, av granarna på granytan.

Det egendomliga med rotrotans uppträdande härstädes är emellertid, att den även åstadkommer ganska svåra skador på tallen, där den planterats ensam. Rotrötan har här ett akut förlopp, d. v. s. tallarna dödas på ett par år av svampen, vars tickor uppträda i stort antal vid stambasen. Detta har till följd att mer eller mindre stora luckor uppträda i beståndet. I blandbeståndet däremot äro tallarna genomgående friska.

Tabell 23. Förekomst av rotröta i Lundåkraskogen.
Vorkommen von Wurzelfäule im Lundåkra-Walde.

Beståndets sammansättning Zusammensetzung des Bestandes	Antal träd Anzahl Bäume		% angripna krank
	friska gesund	angripna krank	
Ren gran, reine Fichte	16	77	83
» tall, reine Kiefer	85	23	21
Blandbestånd } gran, Fichte	75	10	12
Mischbestand } tall, Kiefer	126	0	0

Uppdragna var för sig bli sålunda både granen och tallen utsatta för angrepp av rotröta, den förra mycket svårt, den senare i avsevärd omfattning. I blandbestånd däremot angripes icke tallen, och granen har endast skadats i ringa omfattning. I tab. 23 har en sammanställning av rötförekomsten på detta område gjorts.

I flertalet fall synes sålunda granen i blandbestånd vara mindre rötskadad än när den ensam ingår i beståndet. Tydligt framgår detta av tab. 24, där rötfrekvensen i närbelägna ytor sammanställts. I de rena granbestånden, som upptagits i tab. 19—21, voro i genomsnitt 43 % av granarna rötskadade. I blandbestånden i tab. 22 voro endast 18 % av granarna angripna.

Ytterligare en sak av intresse har framkommit vid dessa undersökningar av rötorna i blandskogarna. Det förefaller, som om *P. annosus* ej skulle ha samma dominerande ställning som rötsvamp i blandskogen som i den rena granskogen. I en del närmare undersökta fall utgjordes visserligen flertalet rötter av *P. annosus*, t. ex. på ytorna nr 5, 12, 13 och 22 i tab. 22, men på flera andra övervägde andra rötsvampar. På ytan nr 3 (Berga, Kalmar) påträffades

Tabell 24. Frekvensen av rotröta i närbelägna rena granbestånd och blandbestånd.

Häufigkeit der Wurzelfäule in nahegelegenen reinen Fichtenbeständen und Mischbeständen.

Plats Ort	% rotröta % Wurzelfäule	
	ren gran reine Fichte	blandbestånd Mischbestände
Lunnaby, Sml.	40	6
Halmstahaget, Vrm.	67	0
Brunflo, Jtl.	68	32
Åskott-Dille, »	74	8
Undersåker, »	63	10
Kärnäset, »	55	9
Käxed, Ång.	84	13
Granskär, Nb.	55	14

Tabell 25. Frekvensen av *P. annosus* i blandbestånd.
Häufigkeit von *P. annosus* in Mischbeständen.

	Borrade granar Gebohrte Fichten	Granar med röta Fichten mit Fäulnis	Analyserade borrhspån Analysierte Bohrspäne	Borrhspån med <i>P. annosus</i> Bohrspäne mit <i>P. annosus</i>
Antal . . Anzahl	406	82	52	25
%		20,2	63,4	30,5 ¹

¹ Av samtliga borrhspån med röta.
von sämtlichen Bohrspänen mit Fäulnis.

bland 8 undersökta rötter ej fler än 3 *P. annosus*. På sandmarkerna vid Bratteborg var endast en av granarna angripen av *P. annosus*. På ett par håll i Jämtland (tab. 22, nr 14 och 15) har samma förhållande konstaterats.

I tab. 5 konstaterades, att 74 % av rötterna i rena granbestånd voro förorsakade av *P. annosus*. I tab. 25 har en motsvarande beräkning utförts beträffande rötterna i blandbestånd. Tabellen visar för det första, att rötfrekvensen i blandbestånden är relativt liten och för det andra, att endast 30 % av de undersökta rötterna förorsakats av *P. annosus*.

KAP. IX. ROTRÖTANS FÖREKOMST PÅ TÖNNERSJÖHEDENS FÖRSÖKSPARK.

På Tönnersjöhedens försökspark är all gran över 50 år planterad och likaledes är det f. n. första generationen gran. Genom undersökningar av MALMSTRÖM (1937) äro vi noga underrättade om de geobotaniska förhållandena på försöksparken och om den växtlighet, som marken burit, innan granen planterades. På detta område finnes sålunda möjlighet att diskutera rotrötans uppträdande i relation till jordslag, föregående växtlighet m. m.

Rotrötan uppträder flerstädes på försöksparken. I tab. 26 har en sammanställning gjorts av de företagna borringarna. Rötan, som enligt företagna odlingar i flertalet fall visat sig förorsakad av *P. annosus* (jfr tab. 5), uppträder som synes mycket ojämnt. Inom vissa trakter har den icke alls påträffats, medan rötfrekvensen inom andra trakter är hög.

Om vi först undersöka sambandet mellan rötfrekvensen och slaget av förkultur, så ha på trakterna 18 och 29, där tidigare bok vuxit, inga rötskadade granar påträffats. Granen är frisk både i den rena granskogen och i blandbeståndet av bok och gran. Som synes av tab. 26, är granen på trakt 29 äldst av samtliga undersökta bestånd och har även den högsta boniteten. Båda dessa omständigheter borde ställa granen på denna trakt i sämre läge

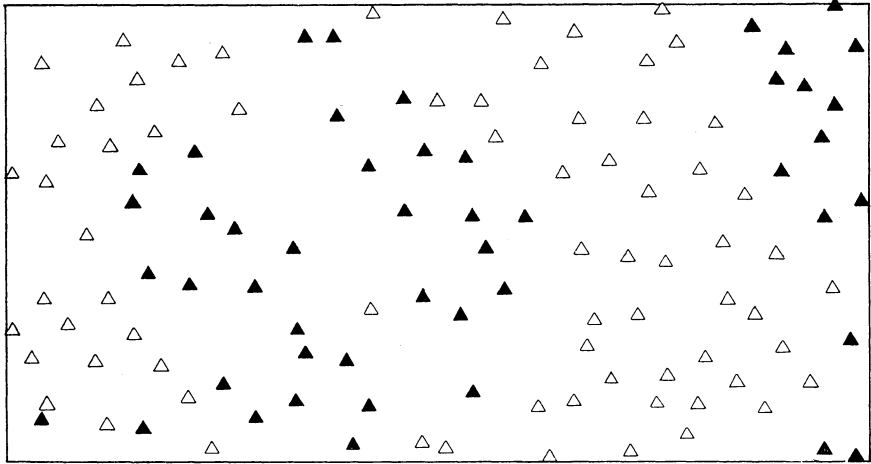


Fig. 30. Provytan T 49 i rent granbestånd på trakt 81, Tönnersjöhedens försökspark.
Probefläche T 49 in reinem Fichtenbestand auf Schlag 81, Versuchsrevier Tönnersjöheden.

än granen på t. ex. trakt 71, där den är avsevärt yngre och även av lägre bonitet. Tydligt är varken ålder eller bonitet någon avgörande faktor för uppkomsten av rotröta.

Att gran, planterad på gammal bokmark, håller sig relativt frisk, har även konstaterats på andra håll (tab. 19: 3 och 5). Även från Danmark föreligga gynnsamma erfarenheter beträffande gran efter bok. I gammal bokskog uppträder icke rotröta, och marken är vid avverkningen fri från smitta (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1939, s. 388).

Tabell 26. Förekomst av rotröta på Tönnersjöhedens försökspark.
Vorkommen von Wurzelfäule auf dem Versuchsrevier Tönnersjöheden.

Trakt Schlag	Granens ålder Alter der Fichte	Bonitet Bonität	Antal Anzahl		Röt- skadade granar Fichten mit Fäule %	För- kultur Frühere Kultur	Mar- kens beskaf- fenhet Beschaf- fenheit des Bodens	Bestån- dets sam- mansätt- ning Zusammen- setzung des Bestandes
			borrade granar gebohrte Fichten	rötska- dade granar Fichten mit Fäule				
18	64 ¹	II ¹	21	0	0	bok	morän	gran 0,7 bok 0,3 ren gran
29	72	I	20	0	0	»	»	
81	56	II	130	63	48	ljung	»	»
76	53	III+	25	0	0	»	rullsten	»
71	51	III+	43	7	16	»	»	»
32 b	49	II	356	49	14	»	»	»
80	50	III+	180	11	6	»	»	g 3 rader t 5 »

¹ Enligt uppgift av skogsmästare G. Mellström.

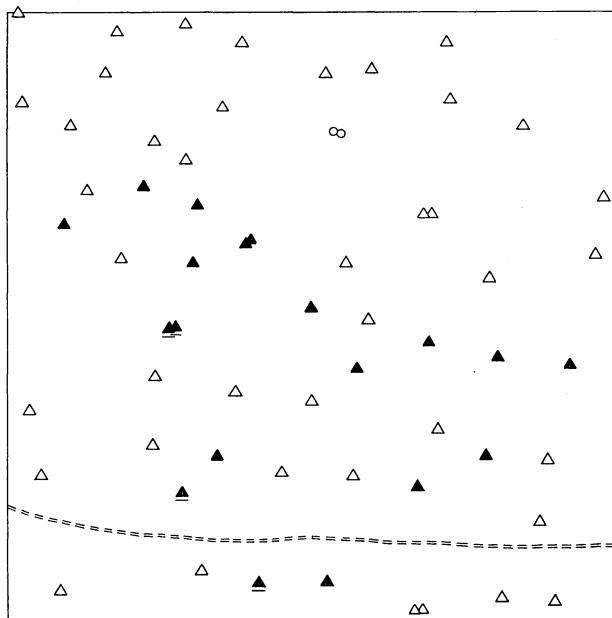


Fig. 31. Del av provytan T 48 på Tönnersjöhedens försökspark. Understrukna trianglar markera granar, angripna av annan rötsvamp än *P. annosus*.
Teil der Probefläche T 48 im Versuchsrevier Tönnersjöheden. Unterstrichene Dreiecke markieren Fichten, die mit einem anderen Fäulnispilz als *P. annosus* infiziert sind.

Även blandbestånd av gran och bok hålla sig enligt flera forskares uppgifter friskare än de rena granbestånden (jfr s. 61). Vid borringar i det 64-åriga gran-bokbeståndet på trakt 18 påträffades, som nyss nämnts, icke någon rötskadad gran.

Helt fria från röta äro icke dessa båda trakter på försöksparken, men enligt uppgift av skogsmästare G. MELLSTRÖM påträffas rötskadade granar mycket sällan här. I så fall kan det möjligen också vara fråga om någon annan rötsvamp, t. ex. *Armillaria mellea*, som ofta kan uppträda på gran, uppkommen efter bok (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1939, s. 431).

På de gamla ljunghederna förekommer rotrötan delvis i stor omfattning. Där underlaget utgöres av morän, är angreppet mycket svårt (trakt 81, Stora Lövingsberg). Rötan har på denna plats angripit träden i stora grupper (fig. 30) och synes snabbt gripa omkring sig (RENNERFELT 1945, tab. 5). Dessa svåra angrepp kunna nog delvis stå i samband med att marken redan innan granen planterades, kan ha varit infekterad med *annosus*-mycel. Som tidigare omtalats (s. 41), har nämligen *P. annosus* vid flera tillfällen påträffats växande på ljunghed.

Å andra sidan finnas stora områden, som tidigare intagits av ljunghed, där

granen ännu är relativt frisk. Det gäller för de områden, där markunderlaget består av rullsten. Den högsta påträffade angreppsprocenten här är 16 och på trakt 32 b, där ett jämförelsevis stort antal träd ha borrats, voro ej fler än 14 % rötskadade. Rötan uppträder på dessa marker i smärre fläckar med grupper av friska träd insprängda här och var (fig. 31). På trakt nr 76 finnes ett ca en hektar stort område bevuxet med ren gran. Där borrades 25 träd, som alla voro friska.

Ett annat område, där granen är föga angripen av rotröta, är trakt 80. Av 180 borrade träd voro blott 11 angripna av röta. I ett par av dessa fall hade rötan dessutom uppkommit till följd av tekniska skador. På trakt 80 anlades i slutet på 1890-talet en blandkultur av gran och tall på så sätt, att 3 rader gran planterades alternerande med 5 rader tall. Tallen har nu till största delen dött bort, i första hand troligen på grund av *Peridermium*-angrepp. I dess ställe har gran och något björk kommit in. På fig. 32 har trädfördelningen på en mindre provyta (T 50) inom detta område markerats. Endast två av granarna äro angripna av *P. annosus*. Den tredje rötskadade granen hade en körskada, vari *Stereum sanguinolentum* vunnit insteg. Denna provyta ligger endast ett par hundra m från provytan T 49 (fig. 30), där angreppet av *P. annosus* är mycket ondartat.

Jämfört med rötfrekvensen på trakterna 71 och 32 b är således förekomsten av rotröta i blandbeståndet obetydlig. Samma förhållande har ju konstaterats på flera andra håll. Vad som är anmärkningsvärt i detta speciella fall är att det är fråga om radplanteringar, där trädblandningen ej blir lika intim som i naturliga blandbestånd eller vid plantering av gran och tall i samma grop. Ytterligare tillkommer här att tallen till stor del gått ut, så att beståndet nu närmast gör intryck av gran med ringa inblandning av björk och tall.

Förhållandena äro sålunda mycket komplicerade på Tönnersjöhedens försökspark. Å ena sidan är granen, där bokskog vuxit tidigare, mycket frisk. Tidigare har visats (tab. 14), att det icke gärna kan vara fråga om någon näringsbrist i markens humustäcke, som gör att *P. annosus* saknas där. Huruvida den över huvud taget uppträder inom detta område — som t. ex. enbart förnasvamp — har ej kunnat konstateras. Den möjligheten finnes också, att granarnas rotsystem här genomgående skulle vara friska och sunda, så att svampen ej fått möjlighet att infektera träden. Med hänsyn till granarnas relativt höga ålder på dessa båda trakter förefaller det emellertid ganska osannolikt att icke sårskador eller blottad kärnved skulle finnas på rotsystemen härstädes, då dylikt tydligen uppträder i stor omfattning hos åtskilligt yngre gran på andra områden inom försöksparken.

På de gamla ljunghäcken disponerar tydligen moränunderlaget till röta i högre grad än rullstenen. En jämförelse mellan de rena granbestånden

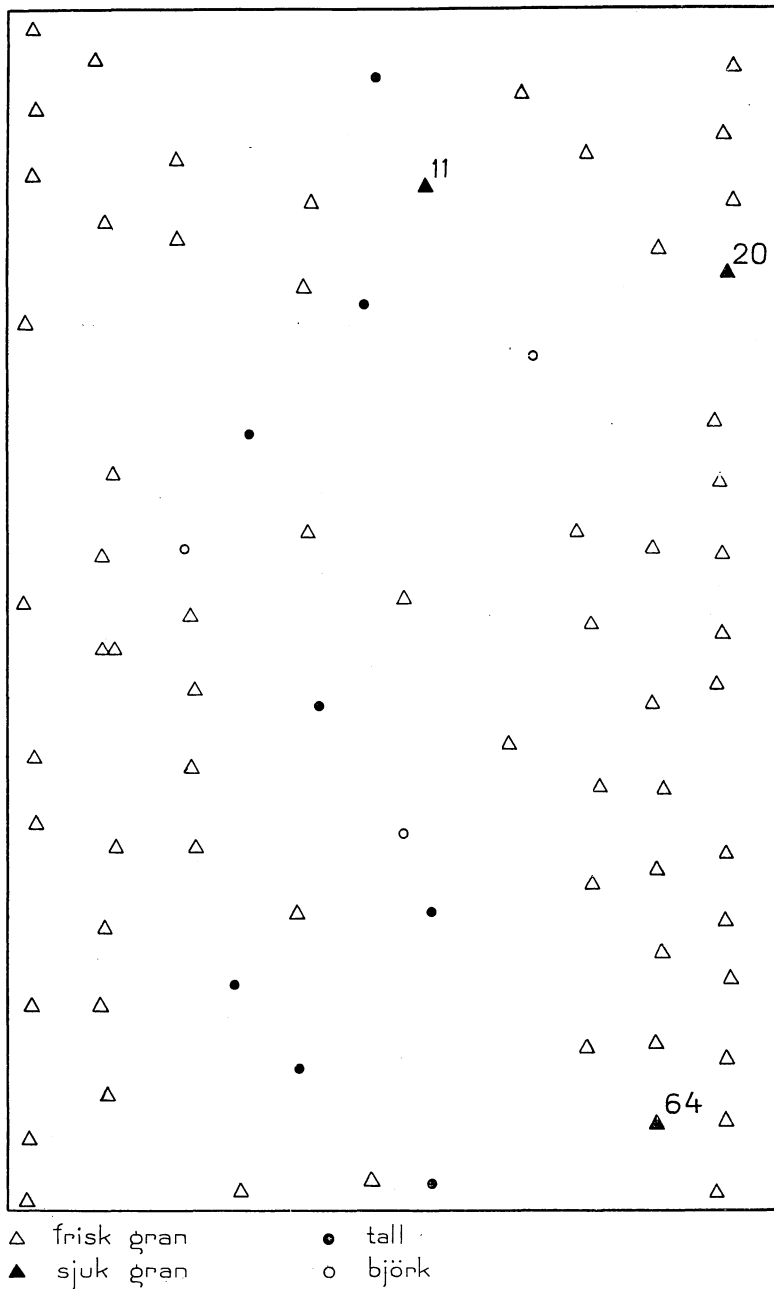


Fig. 32. Provytan T 50 på Tönnersjöhedens försökspark. Gran nr 11 angripen av *Stereum sanguinolentum*, nr 20 och 64 av *P. annosus*.

Probestfläche T 50 im Versuchsrevier Tönnersjöheden. Die Fichte Nr. 11 ist mit *Stereum sanguinolentum* infiziert, Nr. 20 und 64 mit *P. annosus*.

och blandbestånden på rullstenen ger till resultat, att de sistnämnda äro friskast (med undantag av den lilla ytan på trakt 76).

Från trakt 29, trakt 81 (T 49) och trakt 80 (T 50) undersöktes pH-värdena i prov både från humuslagret och från mineraljorden. Några väsentliga skillnader kunde ej iakttagas (tab. 12). Ej heller i fråga om mekaniska analyser från dessa tre områden kunde några påtagliga skillnader konstateras (tab. 18). Rotrötans olika uppträdande på dessa tre trakter torde sålunda väsentligen bero på andra faktorer eller på ett samspel av faktorer, som ej gå att få fram med en enkel laboratorieanalys.

Möjligen kan kulturmetoden ha inverkat något på rotrötans uppträdande. Enligt uppgifter, som inhämtats av MALMSTRÖM (1937), ha planteringarna på moränmarkerna väster om landsvägen vid Stora och Lilla Lövingsberg (trakt 81) utförts med 4-årig omskolad gran. Bältesplanteringen på trakt 80 utfördes beträffande granen med 2-årig ej omskolad gran (som hjälpkultur har även 4-årig omskolad gran använts). Den 4-åriga granen har ett större rotsystem, som vid planteringen lättare får rotskador, genom vilka svampen måhända kan taga sig in. Jag håller dock knappast för troligt, att infektionen i detta fall skett redan vid planteringen. Enligt uppgifter av SCHOTTE (1914) voro nämligen grankulturerna på moränmarken år 1914, då de voro 21 år gamla, lyckade och hade givit upphov till goda bestånd. I bältesplanteringen däremot hade granen till en början svårt att komma i gång, och först under senare år har den ökat i växt (MALMSTRÖM 1937).

KAP. X. ROTRÖTANS UPPTRÄDANDE PÅ TALL.

I Nordtyskland angripes tallen på vissa, framför allt sandiga marker av *P. annosus* (HARTIG 1878, VON HOPFFGARTEN 1933). I England är tallen enligt PEACE (1938) i regel resistent men kan angripas av rotröta, när den börjar bli gammal (80 år och däröver). I Danmark uppträder rotrötan huvudsakligen på 5—15-åriga tallar, som hastigt dödas av svampen. Mera sällan angripas äldre träd, hos vilka sjukdomen har ett långsammare förlopp (FERDINANDSEN och JÖRGENSEN 1939, s. 380). Enligt undersökningar av ROLL-HANSEN (1940) är *P. annosus* mycket vanlig på tall på Vestlandet. Även på Östlandet finnes den på tall, ehuru ej lika allmänt. I flertalet fall angripes yngre tall, men ROLL-HANSEN uppger även, att mer än hundraåriga timmertallar kunna angripas av svampen. Undersökningarna från Nordfinland (TIKKA 1934) ge icke något säkert belägg för att rötskadorna på tall därstädes förorsakats av *P. annosus*.

Även i vårt land förekomma angrepp av *P. annosus* på tall. Sjukdomen är dock icke lika allmän på detta trädslag som på granen, som utan gen-

sägelse måste räknas som huvudvärden i Sverige. I större delen av landet kan tallen betecknas som resistent mot *P. annosus*. Visserligen kunna unga tallar i 5—10-årsåldern dödas av *P. annosus*, men i äldre bestånd uppträder icke svampen. De områden, där enligt mina undersökningar rotrötan kan uppträda som en allvarlig fiende till tallen, äro framför allt koncentrerade till Skåne med angränsande delar av Blekinge, Småland och Halland. Framför allt på sandiga marker kan den därstädes förorsaka mycket avsevärda förluster i tallbestånden. Den nordligaste platsen, där rotröta på äldre tall iakttagits i större omfattning, är det tidigare omnämnda fallet på Högsby mo i Östergötland.

Angreppsbilden är på tall en helt annan än på gran. I regel har sjukdomen ett mycket hastigt förlopp. På våren kan en tall vara till synes helt frisk och på hösten kan den vara dödad av *P. annosus*. Ett dylikt akut förlopp är visserligen också känt för granens del, men kan hos detta trädslag ej betecknas som regel.

Undersökas dylika döda tallar, finner man i de flesta fall vid rothalsen tickorna av *P. annosus*. Ofta sitta flera stycken placerade runt om rothalsen, understundom endast en eller två. Vanligen äro de mindre än på gran och ofta även oregelbundet utbildade, tjocka och knöliga med mer eller mindre otydligt utbildat porlager (fig. 3). Fruktkroppsbildningen tycks emellertid stimuleras på tall. På de flesta angripna tallar förekomma tickor, och på lokaler, där både gran och tall angripas, förefalla tickorna att vara vanligare på det sistnämnda trädslaget.

Infektionen äger även hos tallen troligen rum genom sårade eller döda rotpartier. Till följd av sjukdomens akuta och intensiva förlopp är det måhända tillräckligt, om endast obetydligt försvagade rotpartier finnas för att svampen skall kunna vinna insteg. I vilken omfattning rotsystemen i en tallkultur kunna vara infekterade framgår av fig. 5. Mycelet växer i splintveden eller — om kärnved ej utbildats — företrädesvis i splintvedens perifer delar (fig. 33). I granrötter däremot växer rötan företrädesvis i rotens centrala kärnvedsparti (fig. 8 och 10). Splintveden hos tallrötterna förstöres slutligen i mycket stor omfattning.

I ett närmare undersökt fall, en ca 35-årig tall på Högsby mo i närheten av Mjölby, grävdes rotsystemet upp. Detta bestod av en kraftig nedåtgående central pålrot och fyra horisontala sidorötter, belägna på ca 25 cm djup. Jordmånen utgjordes av fin sand och gränsen mot alven kunde iakttagas som ett något mörkare färgat skikt. I detta gränsskikt utbreddes sig de horisontala rötterna, av vilka en var så gott som helt upprutnad. Ur denna liksom ur de övriga tre ännu ganska fasta rötterna kunde *P. annosus* isoleras. Även i pålroten, som till det yttre var frisk och väl utbildad, fanns mycel av *P. annosus*. Rotsystemet var sålunda helt och hållet infekterat, men den

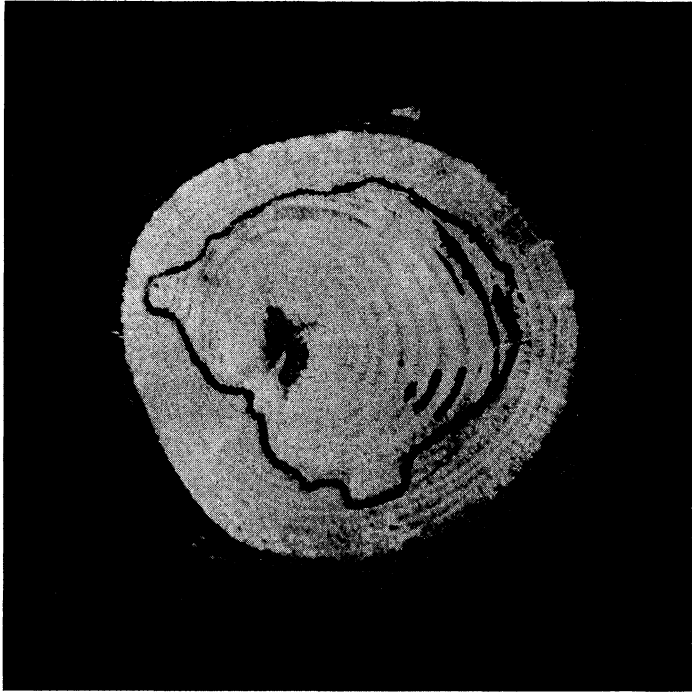


Fig. 33. Tallrot, angripen av *P. annosus*. Rötan förekommer i splintveden utanför den med anilin markerade linjen.
Kieferwurzel, mit *P. annosus* infiziert. Die Fäule kommt in dem Splintholz ausserhalb der mit Anilin markierten Linie vor.

ursprungliga ingångsporten för svampen torde i detta fall knappast ha varit genom pålroten — vilket ofta framhålles i litteraturen — utan genom den starkt rötade sidoroten.

Genom svampmycelets mot stammen fortgående tillväxt i rotsystemet når mycelet så småningom fram till stambasen. Därmed är trädets öde be-seglat. Vatten- och näringstillförseln strypes och trädets torkar på rot. En stamröta hinner i regel icke utvecklas, i varje fall leder den sällan till att veden blir kraftigt omvandlad. Vid ett tillfälle, i en ca 50-årig tall vid Tönnersjöhedens försökspark, hade rötan gått ungefär 1 m upp i stammens splintved. I kärnveden fanns icke något mycel. I övriga undersökta fall på äldre tall hade rötan blott trängt en eller annan dm upp i splintveden. Närvaron av *annosus*-mycel i veden kan ofta konstateras genom förekomsten av missfärgade partier, förorsakade av lokala kådutgjutningar.

Hos tallen är alltså skadegörelsen i första hand lokaliserad till rotsystemet, och svampen gör där i hög grad skäl för namnet rotröta.

Den kritiska åldern för tallen är enligt min erfarenhet 15—20-årsåldern.



Fig. 34. Rotrötan på tall vid Köpinge, Skåne. Endast enstaka tallar ha överlevt angreppet.

Wurzelfäule an Kiefer bei Köpinge, Schonen. Nur vereinzelte Kiefern haben den Angriff überlebt.

I västra Blekinge och i Kristianstads län finnas flerstädes bestånd av tall, som ännu i 15-årsåldern sågo mycket lovande ut. Men när bestånden blivit ca 20 år, uppträdde här och var i kulturerna tallar, som började se tynande ut och som under en sommar kunde torka på rot. Med utgångspunkt från dylika tallar sprider sig sjukdomen nära nog koncentriskt åt alla håll, så att så gott som cirkelrunda fläckar, som kunna bli 20—25 m i diameter eller mer, uppstå. I flera fall dödas varenda tall på en dylik fläck, i en del fall kvarstår någon enstaka tall, som av en eller annan orsak överlevt angreppet.

Den hastighet, varmed mycelet tränger fram, kan direkt avläsas med tillhjälp av trädens bortdöende. På Högsby mo vid Mjölby beräknades sålunda rotrötan utbreda sig ca 2 m om året i radiell riktning. Ett annat exempel på svampens framfart framgår av tab. 27. Flera av de träd, som på försommaren visade symptom på angrepp, voro på hösten döda. Särskilt gäller detta för provyta III, där på ett år 16 % av tallarna dödats. På fig. 34 har denna provyta avbildats. Ett fåtal tallar inom det angripna området ha överlevt angreppet.

Liksom i fråga om granen synas även i fråga om tallen vissa yttre betingelser predisponera för angrepp. På Listerlandet i Blekinge uppträder rotröta i

Tabell 27. Rotröta på tall vid Köpinge.
Wurzelfäule auf Kiefer am Köpinge.

Provyta Probefläche	juni 1945			oktober 1945			maj 1946		
	friska gesund	sjuka krank	döda tot	friska gesund	sjuka krank	döda tot	friska gesund	sjuka krank	döda tot
I	113	7	2	113	5	4	108	2	12
II	115	8	3	115	5	6	111	8	7
III	97	17	2	96	5	15	83	12	21

ganska stor omfattning på nu ca 35-årig tall, som planterats på gammal ljungråk. Kulturen kom upp jämnt och vackert, men i trettioårsaldern började »*Trametes*-hål» att visa sig. På samma område angripes f. ö. även granen och likaså blandkultur av gran och tall (2 rader gran, 2 rader tall).

Liknande svåra angrepp ha iakttagits i östra Skåne. Vid Köpinge planterades tall på gammal åkermark. »*Trametes*-hål» av betydande storlek ha uppstått i dessa kulturer (fig. 34). De tidigare omnämnda blandkulturerna av gran och tall vid Dänningelanda i Väreuds revir och vid Högsby mo voro likaledes utlagda på f. d. åkermark. På gammal betes- och fäladsmark däremot synes tallen hålla sig betydligt friskare.

Om tallen uppnår 40—50-årsaldern, brukar den i regel gå fri från angrepp. Men exempel finnas flerstädes på att tallen även i denna ålder dödas av *P. annosus*, t. ex. på Bäckaskogs och Kolleberga kronoparker, i Lundåkraskogen vid Barsebäck (fig. 29) och i Båstadtrakten m. fl. platser. Alla dessa platser äro belägna på sandmark. Även sådan mark synes sålunda kunna medföra betydande risk för rotröta, en erfarenhet som även VON HOPFFGARTEN (1933) gjort.

KAP. XI. BEKÄMPNING AV ROTRÖTAN.

Möjligheten att kunna bekämpa rotröten är givetvis en fråga av stor praktisk betydelse, och jag skall i det följande lämna en översikt över de metoder, som diskuterats i detta sammanhang.

I. Direkta åtgärder.

En direkt bekämpning av rotröten är f. n. icke möjlig. Flera olika sätt ha emellertid föreslagits.

a) Isolering av rotrötehärdarna.

Detta förfarande rekommenderades först av HARTIG (1878). När *Trametes*-hål började visa sig i en kultur, skulle de isoleras genom gravar, som grävdes runtom det sjuka området. Det visade sig dock, att fruktkroppsbildningen.

stimulerades på de avskurna rötterna, varigenom svampens spridning medelst sporer ytterligare underlättades. För att förhindra detta föreslog HARTIG, att — sedan rötterna avskurits — man på nytt skulle fylla igen gravarna. Metoden har icke fått någon praktisk betydelse och torde i vårt land helt sakna ekonomiska förutsättningar.

b) *Stubbrytning.*

Även denna metod föreslogs först av HARTIG och har prövats av bl. a. HERMANN (1900) och ALBERT och ZIMMERMANN (1907). Den förstnämnde ansåg, att metoden ledde till positiva resultat framför allt därigenom att samtidigt svampens tickor avlägsnades. Stubbrytningen är emellertid en dyrbar åtgärd, särskilt i fråga om gran, vars stubbved ej är lika värdefull som tallens. Om åtgärden skall ha en positiv effekt beror i vårt land i första hand på hur stor roll de kvarlämnade stubbarna spela som bärare av mycelet. Tickorna torde nämligen i större delen av landet spela en underordnad roll. Om mycelet företrädesvis lever i rotsystemet och ej i marken, vore det kanske möjligt att i betydande grad avlägsna smittämnet ur marken genom stubbröjning.

Frågan om hur länge ett svampmycel kan leva kvar i marken eller i ett rotsystem är synnerligen intressant och principiellt viktig för förståelsen av rottrötan och andra liknande sjukdomar. En del undersökningar över sjukdomar, som uppträda på plantager i tropikerna, ha bidragit till att kasta ljus över dessa frågor (GARRETT 1944, s. 105). *Fomes noxius* påträffades i ett rotsystem tillhörande *Mesua ferrea*, som legat i jorden i 14 år, och *Xylaria mali* isolerades ur äppleträdsrötter efter 16 år. Dessa svampar kunna således förbli vid liv i rotsystemet under lång tid efter det att trädet avverkats.

Detta torde även gälla i fråga om *P. annosus*. På ett hygge i Ångermanland med sex år gamla stubbar (fig. 35) isolerades *annosus*-mycel ur ett par stycken stubbar, i ett fall i renkultur. Troligen kan den hålla sig kvar i rotsystemet under en avsevärt längre tid. Om ett dylikt hygge självsås eller planteras med gran, löper den nya generationen stor risk för att på ett tidigt stadium infekteras med *P. annosus*.

De intressanta och resultatrika undersökningar, som NAPPER utfört för att kontrollera vissa tropiska *Fomes*-arter genom röjning av stubbar och sällning av jorden för att befria densamma från infekterade rötter ha tidigare refererats (s. 7).

En liknande gynnsam effekt i fråga om den efterföljande kulturens hälsotillstånd erhöles genom att man arsenikförgiftade eller ringbarkade träden före avverkningen. I båda fallen ernås att rotsystemen dö snabbare än efter en vanlig avverkning. Härigenom få harmlösa saprophytsvampar med andra krav på fuktighet m. m. möjlighet att taga rotsystemen i besittning och

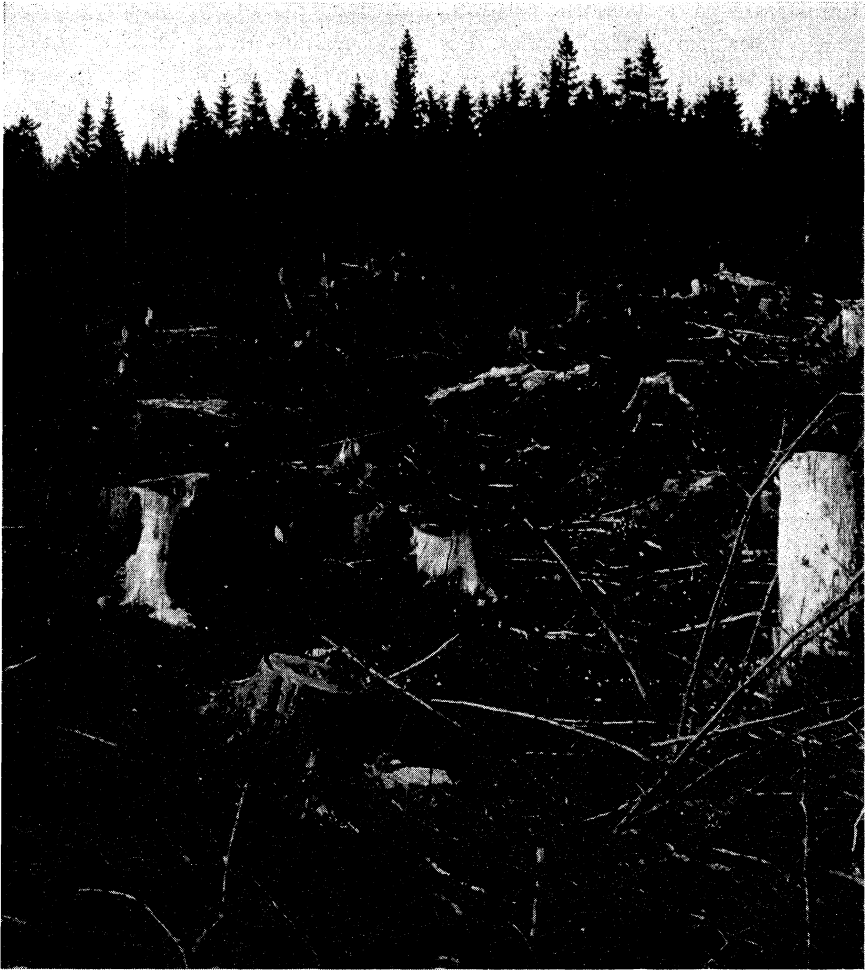


Fig. 35. Hygge med *annosus*-infekterade granstubbar. Hygget nu planterat med gran, tall och björk.

Hiebsfläche mit *annosus*-infizierten Fichtenstubben. Die Hiebsfläche jetzt mit Fichte, Kiefer und Birke bepflanzt.

försvåra därigenom tillträdet för vissa svampar med parasitisk tendens, såsom *Armillaria mellea* och *Fomes*-arter (GARRETT, s. 115). Huruvida dylika metoder även skulle kunna användas för att hindra spridningen av *P. annosus* torde ej vara undersökt.

c) *Kemikaliebehandling.*

Även i fråga om rotröten har möjligheten att bekämpa mycelet genom tillsättning av kemikalier till marken diskuterats. En dylik metod torde

dock knappast gå att tillämpa i praktiken. Det torde nämligen vara mycket svårt att finna ett medel med så specifik verkan, att blott *annosus*-mycelet dödas och ej det övriga växt- och djurlivet i marken. WEIS och NIELSEN (1927) funno, att kopparsulfat hämmar myceltillväxten i renkultur i så små koncentrationer som 1—2: 10 000. I ännu lägre koncentrationer kunde dock en stimulering av mycelet påvisas. Vid fältförsök utförda av VAN DER MEULEN (1932) och HEINETH (1932) uppnåddes emellertid delvis positiva resultat.

FALCK (1930) har föreslagit att förhindra mycelets uppträdande i stammen genom att gift borras in i kärnveden. Förfarandet torde möta så stora tekniska svårigheter, att det ej går att tillämpa i praktiken.

d) Gallring.

I den danska litteraturen finnas flera uppgifter, som gå ut på att en i rätt tid utförd gallring skulle medföra ett bättre sundhetstillstånd i granskogen (OPPERMANN 1929, JÖRGENSEN, LUND och TRESCHOW (1939). Av siffrorna från försöket i Hastrup Plantage draga emellertid FERDINANDSEN och JÖRGENSEN (1939, s. 395) den slutsatsen, att rotrötan utvecklat sig tämligen oberoende av gallringens styrka.

e) Årftlig resistens.

I svårt angripna bestånd finnas som regel enstaka friska träd kvar. Sannolikt beror detta på yttre tillfälligheter av ett eller annat slag. Med hänsyn till att svampen börjar sitt angrepp på död ved, torde en fysiologiskt betingad immunitet knappast ifrågakomma. Frågan är emellertid så viktig, att den bör närmare undersökas. Försök med avkomma från friska träd i starkt angripna bestånd ha igångsatts på några håll i landet av Föreningen för växtförädling av skogsträd (ANDERSSON 1944). Med material, som insamlats av nämnda förening har skogsforskningsinstitutet i samarbete med skogsvårdsstyrelsen i Västernorrlands län utlagt ett dylikt försök på starkt rotrötesmittad mark (fig. 35). På denna yta har även björk och tall planterats för att man skall kunna studera dessa trädslags tillväxt och inverkan på rotröteinfekterad mark.

2. Förebyggande åtgärder.

F. n. måste bekämpningen av rotröta inriktas på indirekta åtgärder. På mark, där granen svårt angripes av rotröta, bör man — om icke andra omständigheter, såsom markförhållandena, omöjliggöra ett dylikt förfarande — försöka införa andra mot rotrötan resistenta trädslag. Erfarenheterna beträffande svampens uppträdande i vårt land äro icke så stora ännu, men följande anvisningar torde ge en viss vägledning.

a) *Föryngring med gran efter gran.*

Är granen vid avverkningen i stort sett frisk, torde fortsatt grankultur icke innebära någon risk. Särskilt gäller detta, om gran sedan flera generationer tillbaka vuxit på platsen. Är däremot den avverkade granen i större omfattning angripen av rotröta, bör allvarligt övervägas att införa ett annat trädslag, som är resistent mot rotrötan, t. ex. lövträd och på de flesta håll i landet tall. Även lärk och silvergran kunna komma i fråga.

b) *Föryngring med gran efter lövskog.*

I allmänhet torde gran kunna uppdragas efter lövskog utan att fara för angrepp av rotröta skall uppstå. Erfarenheter både från Danmark och Sverige tala för att marken, sedan den burit t. ex. bok, är fri från *annosus*-smitta.

c) *Grankultur på åkermark.*

I ett flertal fall, särskilt i södra Sverige, ha mycket svåra angrepp konstaterats i grankulturer anlagda på mark, som tidigare nyttjats som åker. Detsamma gäller även för tall. Försiktighet bör därför tillrådas, när det gäller att överföra åkermark till skog, och möjligheten att först plantera lövträd bör undersökas. Emellertid bör samtidigt framhållas, att utomlands den erfarenheten har gjorts, att de nämnda barrträden i andra generationen kunnat bli avsevärt friskare. Efter att ha burit en generation skog ha nämligen de för en åkerjord utmärkande fysikalisk-kemiska egenskaperna till stor del gått förlorade.

d) *Grankultur på ljunghed.*

Gran, som vuxit upp på ljunghed, har flerstädes visat sig bli svårt angripen av rotröta, på andra håll är den däremot relativt frisk. Närmare kännedom om orsakerna härtill föreligga icke ännu.

e) *Blandbestånd.*

På de flesta håll ha blandbestånd visat sig avsevärt friskare än de rena granbestånden. Med hänsyn till granens sundhetstillstånd torde det sålunda vara lämpligt att befrämja en inblandning av andra trädslag, såsom bok och björk eller tall.

f) *Anläggningen av nya kulturer.*

Flera iakttagelser stödjade den åsikten, att sådder mindre lätt än planteringar infekteras av rotröta. För tät sådd kan dock ge upphov till kulturer, där till följd av konkurrens delar av rotsystemen dö bort, varigenom ingångsportar för *P. annosus* skapas. Om plantering kommer till användning, bör stor omsorg nedläggas såväl på vården av plantorna som på arbetet, så att rotsystemen icke i onödan skadas, och genom lämpliga planteringsmetoder böra plantorna beredas tillfälle att utveckla sig så naturligt som möjligt.

Litteraturförteckning.

- ALBERT, R. och ZIMMERMANN, A., 1907. Besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Wurzelerkrankung der Kiefer auf aufgeforsstem Ackerland? — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 39, s. 283.
- ANDERSON, M. L., 1921. Soil conditions affecting the prevalence of *Fomes annosus*. — Trans. Roy. Scot. Arb. Soc., 35, s. 112.
- 1924. Heart rot in conifers. — Trans. Roy. Scot. Arb. Soc., 38, s. 37.
- ANDERSSON, ENAR, 1944. Verksamheten vid Värmlands- och Norrlandsfilialerna av Föreningen för växtförädling av skogsträd. — Norrl. skogsv.förb:s tidskr., s. 159.
- BAUER, FR., 1936. Naturgemässes Pflanzen. — Forstarchiv, 12, s. 85.
- BAXTER, D. V., 1943. Pathology in forest practice. — New York.
- BJÖRKMAN, E., 1946. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. — Medd., 35, s. 1—174.
- BJØRNEKAER, K., 1938. Undersøgelser over nogle danske Poresvampers Biologi, med særligt Hensyn til deres Sporeafaldning. — Friesia 2, s. 1—41.
- BORNEBUSCH, C. H. och HOLM, F., 1934. Kultur paa trametesinficeret Bund med forskellige Traearter. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, 14, s. 133—160.
- BREFELD, O., 1889. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, 8, s. 154.
- BURGER, H., 1924. Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. — Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. Versuchsw., 13, s. 1. Zürich.
- FABRICIUS, O., 1928. Gran-Selvsaaninger i Tisvilde Hegn. — Dansk Skovfor. Tidskr., 13, s. 253.
- FALCK, R. och HAAG, W., 1927. Der Lignin- und der Zelluloseabbau des Holzes. Zwei verschiedene Zersetzungsprozesse durch holzbewohnende Fadenpilze. — Ber. Deutsch. Chem. Ges., 60, s. 225.
- FALCK, R., 1930. Neue Mitteilungen über die Rotfäule. — Mitt. d. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft, 1, s. 525.
- FENTON, E. W., 1943. Some observations on heart rot in conifers from an ecological point of view. — Forestry, 17, s. 55.
- FERDINANDSEN, C. och JØRGENSEN, C. A., 1939. Skovtraernes sygdomme. — Köpenhamn.
- FLURY, PH., 1907. Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. — Mitt. d. Schweiz. Forstl. Versuchsanst., 9, s. 1.
- 1926. Über Zuwachs und Ertrag reiner und gemischter Bestände. — Schweiz. Zeitschr. f. d. Forstwesen, 77, s. 337.
- FRIES, E., 1836—38. Epicrisis systematis mycologici. Upsaliae.
- FRIES, N., 1938. Über die Bedeutung der Wuchsstoffen für das Wachstum verschiedener Pilze. — Symb. Bot. Ups., 3, s. 2.
- FRITZ, C. W., 1923. Cultural criteria for the distinction of wood-destroying fungi. — Proc. and Trans. Roy. Soc. Canada, 17, s. 191—288.
- GARRETT, S. D., 1944. Root disease fungi. — Chronica Bot. Comp. USA.
- HARTIG, R., 1874. Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Beiträge zur Mycologie und Phytopathologie für Botaniker und Forstmänner. — Berlin.
- 1878. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. — Berlin.
- HAVELIK, K., 1924. Kernfaule Fichte. — Centralbl. f. d. g. Forstw., 50, s. 348—357.
- HEINETH, G., 1932. Bekaempelse av rodfordaerveren. — Hedeselskapets Tidskr. 53, s. 362.
- HERMANN, F., 1900. Über Bekämpfung und Verbreitungsweise des *Trametes radiciperda*. — Tharandter Forstl. Jahrb., s. 195.
- HILEY, W. E., 1919. The fungal diseases of the common larch. — Oxford.
- HOPFFGARTEN, VON, E. H., 1933. Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule (*Trametes radiciperda*). — Phytopath. Zeitschr. 6, s. 1.
- HUBERT, E. E. An outline of forest pathology. — New York.

- JAHN, E., 1934. Die peritrophe Mykorrhiza. — Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch., 52, s. 463.
- 1935. Die peritrophe Mykorrhiza 2. Zur Physiologie und Biologie der Begleitpilze. — Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch., 53, s. 847.
- JOHANSSON, D., 1942. Användning av rötskadad ved i cellulosaindustrien. — Industriens Utredningsinstitut, Norrlandsutredningen, Stockholm, s. 71—80.
- JÖRGENSEN, C. A., LUND, A. och TRESCHOW, C., 1939. Undersøgelser over Rodfordaerveren, *Fomes annosus* (Fr.) Cke. — Kgl. Vetr. & Landbohøjskoles Aarskr., 71.
- JØRSTAD, I., 1928. Nord-Norges skogsykdommer. — Tidsskr. f. Skogbruk, 36, s. 365.
- och JUUL, J. G., 1939. Råtesopper på levende nåletraer. — Medd. f. d. Norske Skogforsøksv., 22.
- KANGAS, E., 1940. Rotrøtan i våra granskogar, en viktig skogsvårdsfråga. — Skogsbruket, 10, 129—134.
- KÖNIG, J., 1923. Über Rotfäulebestände und deren Behandlung. — Tharandt Forstl. Jahrb., 74, s. 63.
- LAGERBERG, T., 1923. Rötornas betydelse för granen och dess avkastning. — Sv. skogsvårdsför. tidskr., 21, s. 313.
- 1935. Barrträdens vattved. — Sv. skogsvårdsför. tidskr. 33, s. 177—264.
- 1936. Några synpunkter på beståndsvård och virkesvård. — Sv. skogsvårdsför. tidskr., s. 396—406.
- 1944. *Coniophora fusispora*, en rötsvamp i norrländsk tall. — Norrl. skogsv.-för. tidskr., s. 123—133.
- LINDEBERG, G., 1944. Über die Physiologie ligninabbauender Bodenhyphenomyzeten. — Symb. Bot. Ups., 8.
- LØFTING, E. C. L., 1937. Rodfordaerverangrebene Betydning for Sitkagrans Anvendelighed i Klitter og Heder. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, 14, s. 133—160.
- MALMSTRÖM, C., 1937. Tönnersjöhedens försökspark i Halland. — Medd., 30, s. 321.
- MEULEN, VAN DER, J. E., 1932. De bestrijding van den »dennenmoorder», *Fomes annosus* (*Trametes radiciperda*). — Tijdschr. Nederl. Heidemaatsch., 44, s. 267—270.
- MÖLLER, A., 1897. Über die Bedeutung neuerer Pilzforschung für die Forstwissenschaft und den forstlichen Unterricht. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 29, s. 80.
- NILSSON, A., 1896. Om barrträdsrötter och deras uppträdande i våra skogar. — Tidskr. f. Skogshushållning, 24.
- OPPERMANN, A., 1922. Granskovens Sundhedstilstand paa Forsøgsvesenets faste Prøveflader. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, 6, s. 23.
- 1927. *Trametes* i de danske Skove. — Fortryck. Det 18. Skandinav. Naturforsker-møde. Köpenhamn.
- PEACE, T. R., 1938. Butt rot of conifers in Great Britain. — Quart. Journ. For., 32, s. 81.
- PETRINI, S., 1944. Om granrötans inverkan på avkastningens rotvärde. — Medd. 34, s. 327.
- RENNERFELT, E., 1944. Die Entwicklung von *Fomes annosus* Fr. bei Zusatz von Aneurin und verschiedenen Extrakten — Sv. bot. tidskr., 38, s. 153.
- 1945. Om granens rotröta, dess förekomst och utbredning. — Sv. skogsvårdsför. tidskr. 43, s. 316.
- REUSS, H., 1907. Die forstliche Bestandesgründung. — Berlin.
- ROBAK, H., 1933. On the growth of three wood-destroying *Polyporae* in relation to the hydrogen-ion concentration of the substratum. — Sv. bot. tidskr., 27, s. 56.
- 1942. Cultural studies in some Norwegian wood-destroying fungi. — Medd. fra Vestlandets Forstl. Forsøksst., 25, Bergen.
- ROHMEDE, E., 1937. Die Stammfäule (Wurzelfäule und Wundfäule) der Fichtenbestockung. — Mitt. Landesforstv. Bayerns, 23, s. 1.
- ROLL-HANSEN, F., 1940. Undersøkelser over *Polyporus annosus* Fr., særlig med henblik på dens forekomst i det sønnafjelske Norge. — Medd. f. d. Norske Skogforsøksv., 24, s. 1.
- ROSTRUP, E., 1889. De farligste Snyltesvampe i Danmarks Skove. — Köpenhamn.
- 1902. Plantepatologi. Haandbog i Laeren om Plantesygdomme for Lantbrugere, Havebrugere og Skovbrugere. — Köpenhamn.
- RUBNER, K., 1934. Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. — Neudamm.
- RUZICKA, J., 1928. O hnilobě resnich stromir. (Über die Fäulnis der Waldbäume.) — Mitt. Tschechoslow. Akad. d. Landwirtschaft, 4, s. 8.

- SAUER, F., 1917. Die Rotfäule. — Fw. Zbl., 39, s. 9.
- SCHOTTE, G., 1914. Program för Svenska Skogsvårdsföreningens 10. exkursion 29 juni—2 juli 1914, Stockholm.
- STOCRH, K., 1937. Über den Abbau des Fichtenholzes durch den Rotfäulepilz (*Polyporus annosus*). — Der Papier-Fabrikant, 35, s. 485.
- TIKKA, P. S., 1934. Über die Stockfäule der Nadelwälder Nord-Suomis (—Finlands). — Acta Forest. Fenn., 40, s. 293—308.
- TRESCHOW, C., 1938. Undersøgelser over Brintjonkoncentrationens Indflydelse paa Vaeksten af Svampen *Polyporus annosus*. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, 15, s. 17.
- 1941. Zur Kultur von *Trametes* auf sterilisiertem Waldhumus. — Zentralbl. f. Bakt., 2. Abt., 104, s. 186.
- 1942. Nutrition of the cultivated mushroom. — Dansk Bot. Ark. 11, nr 6.
- WAHLGREN, A., 1922. Skogsskötsel. — Stockholm.
- WAKSMAN, S. A., 1945. Microbial antagonisms and antibiotic substances. — New York.
- WEIS, FR. och NIELSEN, N., 1927. Nogle Undersøgelser om Rodfordaersvampen (*Polyporus radiciperda*). — Dansk Skovf. Tidskr., 12, s. 214.
- WENSE, VAN DER H., 1929. Fichtenwachstum auf alten Feld- und Waldböden der sächsischen Staatsforste. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 61, s. 7.

Über die Wurzelfäule (*Polyporus annosus* Fr.) in Schweden.

Ihre Verbreitung und ihr Vorkommen unter verschiedenen Verhältnissen.

Vorstehende Untersuchung behandelt das Auftreten und Vorkommen der Wurzelfäule (von *Polyporus annosus* Fr. verursacht) in Schweden. Die Untersuchung wurde teils als Feldarbeit betrieben, teils wurden Kulturversuche mit dem Pilz im Laboratorium ausgeführt.

Der Infektionsverlauf des Pilzes.

Die Wurzelfäule tritt in Schweden hauptsächlich bei der Fichte (*Picea excelsa*) auf. In den südwestlichen Teilen des Landes kann sie auch bei der Kiefer (*Pinus silvestris*) verheerend vorkommen. Die Fruchtkörper des Pilzes sind im südlichen Schweden auf Stubben und auch auf lebenden Bäumen ziemlich gewöhnlich, im mittleren und nördlichen Schweden dagegen selten.

Betreffs des Infektionsverlaufs schliesst sich der Verf. der von HILEY, FALCK, VON HOPFFGARTEN u. a. ausgesprochenen Meinung an, dass das Myzel nur mit Schwierigkeit in der Humusdecke wachsen kann, was in erster Linie wahrscheinlich auf Konkurrenz seitens anderer Mikroorganismen, wie Bakterien und Schimmelpilze, beruht. In dem Wurzelsystem dagegen kann das *annosus*-Myzel leicht vordringen.

Die Wurzelfäule hat bei der Fichte gewöhnlich einen chronischen Verlauf und breitet sich hauptsächlich im Kernholz aus. Gemäss Analysen rotfauler Stubben dürfte das Myzel in das Wurzelsystem durch tote Wurzelteile eindringen. Oberflächliche Fahr- und Huftrittschäden spielen dagegen wahrscheinlich als Eingangspforte für *P. annosus* eine untergeordnete Rolle (Tab. 1). Unter gewissen Verhältnissen tritt die Wurzelfäule sowohl bei Fichte als bei Kiefer mit einem parasitischen Verlauf auf.

Die Zuwachsgeschwindigkeit des Myzels wurde durch Einbohren des Myzels in Fichtenstämme untersucht. Der grösste gemessene Zuwachs von der Impfstelle aus betrug in zwei Jahren 132 cm. In den meisten Fällen hatte das Myzel eine kleinere Strecke zurückgelegt (Tab. 2).

Die Verbreitung des Pilzes in Schweden.

Die geographische Verbreitung von *P. annosus* wurde in der Weise untersucht, dass Bohrspäne unter sterilen Bedingungen an vielen Orten im Lande aus den kranken Bäumen entnommen wurden. Aus den Bohrspänen (insgesamt beinahe 800) wurde das Myzel gezüchtet. *P. annosus* wurde an allen untersuchten Orten im südlichen und mittleren Schweden gefunden und der Küste entlang bis etwa 66° n. Br. In den Fjeldgebieten und im inneren Teil von Norrland scheint der Pilz aber selten zu sein (Tab. 6, Fig. 18).

Aus beinahe der Hälfte der Bohrspäne, die *P. annosus* enthielten (insgesamt waren 440 mit *P. annosus* infiziert), wuchs *P. annosus* als Reinkultur hervor. In den übrigen *annosus*-infizierten Spänen wurden ausserdem Bakterien, Schimmel- und Bläuepilze gefunden (Tab. 4). Aus 328 der eingesammelten Bohrspäne wuchsen andere Myzelien hervor. Diese Späne waren hauptsächlich in dem inneren Teil

von Norrland (Lappland) genommen worden. Mehrere von diesen Myzelien sind mit bekannten Fäulnispilzen, wie *Armillaria mellea*, *Polyporus pini* und *Stereum sanguinolentum*, identifiziert worden. Destruktionsfäulen, wahrscheinlich von *Coniophora*-Arten verursacht, scheinen ausserdem in diesen Gegenden nicht selten zu sein.

Das Auftreten der Wurzelfäule unter verschiedenen Verhältnissen.

In Schweden ist die Fichte der Hauptwirt, während andere Nadelhölzer nur unter speziellen Bedingungen angegriffen werden. Die Laubhölzer sind widerstandsfähig. Auf Zwergsträuchern, wie Heidekraut, ist *P. annosus* gefunden worden.

In Bruch- und Moorwäldern kommt Wurzelfäule kaum vor. Dagegen ist sie in Wäldern von frischem Zwergstrauchtypus (*Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis idæa*) gewöhnlich. Auch auf durchlässigen und trockenen Böden sind schwere Angriffe beobachtet worden.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Auftreten der Wurzelfäule und pH-Wert des Bodens konnte nicht konstatiert werden (Tab. 12). Der Zuwachs auf sterilisierten Nadeln und Laub wurde in einem Versuch untersucht. Frisch gefällttes Material wurde leichter angegriffen als ein Jahr altes Material. Kiefernadeln waren ein ausgezeichnetes Substrat, während Buchenlaub schlecht assimiliert wurde (Tab. 13). In Extrakten von Humusproben wuchs das Myzel gut, auch in Proben aus solchen Gebieten, wo der Pilz nicht in den Bäumen gefunden worden war. Wahrscheinlich übt der Gehalt an Vitamin B₁ einen begrenzenden Einfluss auf den Zuwachs aus (Tab. 14—16).

Ausländischen Angaben gemäss tritt Wurzelfäule bei Fichte, die auf alten Ackerböden gepflanzt ist, leicht auf. Dies ist auch in Schweden in mehreren Fällen bestätigt worden (Tab. 17). Ein Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Vorkommen von Wurzelfäule konnte nicht konstatiert werden. Eine mechanische Analyse der Mineralerde von frischen bzw. kranken Gebieten desselben Waldes zeigte keine wesentlichen Verschiedenheiten bezüglich Partikelgrösse (Tab. 18). Die Krankheit kommt sowohl auf Sand-, Moränen- und Lehmböden vor. Besonders schwer tritt sie in Silurgebieten auf.

In den Mischbeständen (Fichte und Kiefer, Fichte und Birke, Fichte und Buche), die näher untersucht wurden, war die Fichte in der Regel weniger fäulebeschädigt als in reinen Fichtenbeständen (Tab. 22—25, Fig. 25—29).

Bei der Kiefer hat die Krankheit einen akuten Verlauf. Kiefern im Alter von 20—30 Jahren können in einem Jahr getötet werden. In älteren Beständen, 50 Jahre und mehr, sind die Kiefern meistens widerstandsfähig. Doch gibt es Beispiele dafür, dass etwa 50-jährige Kiefern getötet werden können. Das Myzel dringt in Kiefern selten in den Stamm hinauf.

Massnahmen gegen die Wurzelfäule.

Direkte Massnahmen, wie Ausheben von Gräben, Behandlung der Erde mit Giftstoffen u. dgl., können zurzeit nicht praktisch verwertet werden.

Auf Böden, die von Wurzelfäule stark infiziert sind, soll, wenn möglich, Fichtenkultur vermieden werden. Auf Böden, die früher Laubholz getragen haben, dürfte in der Regel Fichte gezüchtet werden können. Heideland hat in mehreren Fällen Anlass zu beschädigten Fichten- und Kiefernbeständen gegeben. Eine Beimischung anderer Holzarten zu den Fichten hat in vielen Fällen einen positiven Effekt auf die Gesundheit der Fichte gehabt.

INNEHÅLL.

	Sid.
Inledning.....	1
Kap. I. Beskrivning av svampen.....	2
1. Tickan.....	2
2. Basidiesporer.....	5
3. Konidier.....	5
4. Mycelet.....	5
Kap. II. Infektionsförloppet.....	7
1. Mycelets förekomst i marken.....	7
2. Sammanträffande mellan svampen och värdväxten.....	8
3. Svampens inträngande i värdväxten.....	9
a. Infektion genom ytliga sår.....	10
b. » » hjärtrötterna.....	11
c. Analys av rötskadade stubbar.....	12
4. Rotrötesvampen som parasit.....	15
Kap. III. Rotrötans förekomst och tillväxt i trädet.....	17
1. Yttre tecken.....	17
2. Röt bilden i trädet.....	17
3. Rötans utsträckning i trädet.....	23
4. Rötans tillväxthastighet i trädet.....	23
Kap. IV. Rotrötans geografiska utbredning.....	28
Kap. V. Iakttagelser vid renodlingen av mycelen ur borrhålen.....	34
Kap. VI. Andra rötsvampar, som påträffats vid borrhålen.....	37
Kap. VII. Rotrötans uppträdande under olika förhållanden.....	40
1. Olika värdväxter.....	40
2. Granens ålder och uppträdande av rottröta.....	42
3. Rotrötans beroende av markfuktigheten.....	42
4. Betydelsen av markens reaktionstal.....	45
5. Tillväxten av <i>P. annosus</i> i förna och humus.....	46
6. Sambandet mellan rottröta och markens fysikaliska och geologiska beskaffenhet.....	52
7. Sambandet mellan rottröta och granens naturliga utbredningsområde.....	56
8. Sambandet mellan rottröta och kulturmetod.....	56
Kap. VIII. Rotrötans förekomst i rena granbestånd och i blandbestånd.....	58
1. Undersökningar i rena granbestånd.....	58
2. » » blandbestånd.....	61
Kap. IX. Rotrötans förekomst på Tönnersjöhedens försöksplan.....	69
Kap. X. Rotrötans uppträdande på tall.....	74
Kap. XI. Bekämpning av rottrötan.....	78
1. Direkta åtgärder.....	78
2. Förebyggande åtgärder.....	81
Litteraturförteckning.....	83
Zusammenfassung.....	85