

Honungsskivlingen, *Armillaria mellea*
(Vahl) Quél., som parasit på barrträd

The Honey Mushroom, Armillaria mellea
(Vahl) Quél., as parasite on softwoods

av

NILS MOLIN OCH ERIK RENNERFELT

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 48 · NR 10

Honungsskivlingen, *Armillaria mellea* (Vahl) Quél., som parasit på barrträd

Honungsskivlingen, *Armillaria mellea* (Vahl) Quél., beskrevs redan 1882 av R. HARTIG som en primär parasit på flera vedartade växter. Svampen förekommer i alla världsdelar och kan angripa en lång rad olika växter, av vilka många är av ekonomisk betydelse. Detta återspeglas av den mycket omfattande litteraturen som behandlar *Armillaria*.

Beskrivning av svampen

Under de tidigare höstmånaderna, september och oktober, brukar honungsskivlingen uppträda i stora mängder på döda rötter och stubbar, företrädesvis granstubbar (fig. 4), men även på andra barrträdsstubbar samt stubbar efter lövträd. Mera sällan växer fruktkropparna ut från stammen på döda träd. Sitt namn har svampen av den hos unga individer honungsgula färgen, som

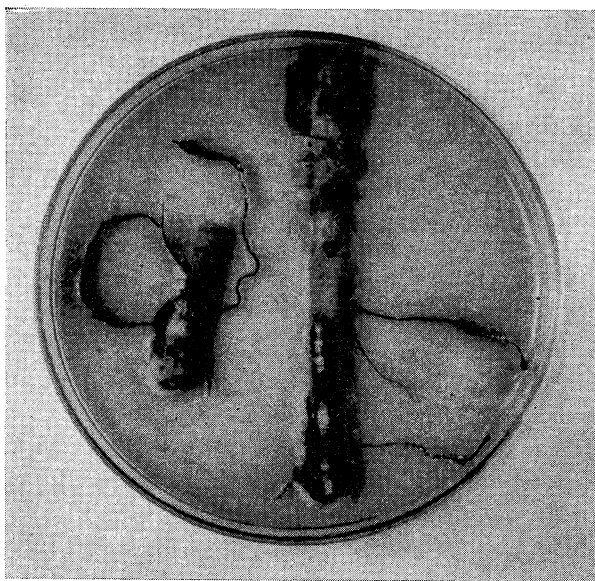


Fig. 1. Mycel och rhizomorfer av *Armillaria mellea* framväxande ur borrhärnor från rötskadad gran.

Mycelium and rhizomorphs of *Armillaria mellea* growing out of increment cores from a rot-damaged spruce.



Fig. 2. Granstam med nätlikt förgrenade rhizomorfer.
Spruce trunk with a net of branching rhizomorphs.

hos äldre exemplar övergår till en mer brunaktig. Från hattarnas skivlager avsnörs stora mängder med sporer, som lätt kan gro ut på stubbar och annat vedmaterial. Svampens mycel bildar på agarsubstrat en långsamt växande rödbrun matta. Optimum för tillväxt ligger vid ca 25° C. Från undersidan av en agarkultur växer efter två à tre veckor de för *Armillaria* karakteristiska egendomliga, svarta eller mörkbruna, i spetsen ljusa strängarna eller rhizomorferna ut (fig. 1). Med hjälp av dessa strängar kan svampen från en infekterad stubbe växa ut längs rötter eller direkt genom humuslagret över till ett nytt rotsystem. På av *Armillaria* dödade träd kan ofta rhizomorfer iakttagas nätlikt förgrenade under barken (fig. 2).

När rhizomorferna tränger fram mellan bark och ved i ännu levande träd övergår de vanligen till en vit mycelhinna, som breder ut sig solfjäderformigt (fig. 3). Denna mycelhinna är mycket karakteristisk vid ett långt framskridet *Armillaria*-angrepp och utgör ett säkert kännetecken vid fastställande av sjukdomsorsaken.

Svampens spridningsbiologi

Betydande insatser för klarläggande av spridningsbiologin hos *Armillaria* har gjorts av LEACH (1937, 1939), och senare av GARRET (1953, 1956). LEACH kunde visa, att *Armillaria* via rhizomorfer snabbt spred sig längs rötter från stubbar efter nyss fällda träd, och vidare att varaktigheten av spridningen kunde korreleras med den tid, som respektive trädslags rötter var levande efter fällningen. Om man dödade rötterna snabbare, t. ex. genom ringbarkning av träden en tid före fällningen, hindrade detta infektion av rötterna. LEACH anser med stöd av sina iakttagelser, att *Armillaria* endast kan angripa ännu levande rötter med ett relativt högt stärkelseinnehåll. Enligt GARRET är vidare *Armillaria* oförmögen att infektera rötter eller ved, som redan ockuperats av andra svampar. Han anser svampen vara en typisk rotparasit. Svampens uppträdande på trävirke i gruvor kan dock tyda på att denna uppfattning är felaktig. GARRET tänker sig möjligheten, att *Armillaria* i sådana fall kommit

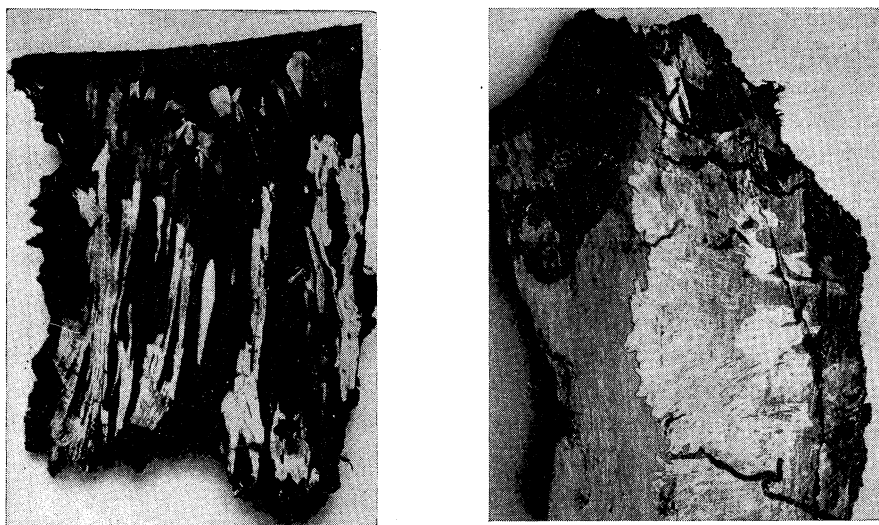


Fig. 3. Den flikiga mycelhinnan av *Armillaria* under barken på en 2-årig granstubbe (t. v.) och på barken av en granrot (t. h.).

Ragged sheet of *Armillaria* mycelium under the bark of a 2 year old spruce stump (left) and on a spruce root (right).

dit genom att infekterat virke använts vid konstruktioner. WOESTE (1956), som studerade infektionsvägarna för *Armillaria mellea* i ett 60-årigt granbestånd, kunde visa, att svampen kan penetrera intakta rötter lika lätt som sårade. Infektion uppkom alltid efter ett koncentrerat angrepp av många rhizomorfer eller kontaktställen samtidigt. Svampen intränger i veden i första hand via hartskanaler och märkestrålar.

Armillaria kan sprida sig genom jord från ett näringsförråd, t. ex. en stubbe, till angränsande rotsystem med hjälp av sina rhizomorfer. Dessa kan bli mycket långa. FINDLAY (1951) har rapporterat ända upp till 10 m långa rhizomorfer, som från ett näringsförråd växte i ett järnrör.

Det är dock viktigt, att man skiljer mellan svampens spridning och spridningen av infektionen. Rhizomorfernas möjlighet att överföra sjukdomen över långa avstånd genom marken torde sålunda, trots att mycket långa rhizomorfer iakttagits, vara starkt begränsad. WALLACE (1935) t. ex. observerade hundratals infekterade kaffe- och tebuskerötter i Tanganyika, och utan undantag kunde infektionen spåras till *Armillaria*-infekterade rötter i kontakt med de friska träden. Han anser det tvivelaktigt, att rhizomorfer har en effektiv infektionsradie på mer än ett par fot. MARCH (1951), som under en längre tid studerade utvecklingen av *Armillaria*-infektionen i äpple- och vinbärsplantager drog av sina observationer även han slutsatsen, att svampen i huvudsak sprider sig från ett träd till ett annat via rotkontakter och rotsammanväxningar.

Infektion via rhizomorfer skulle alltså vara av underordnad betydelse. Han framhåller också, att plantorna oftast ej visade några tecken på sjukdom förrän svampen via en eller flera rötter nått rothalsen, och att sjukdomen oftast hade ett mycket långsamt förlopp, samt att gamla träd dukade under lättare än unga. Förutom avståndet till värdväxten beror svampens infektionspotential på näringsförrådets storlek. I laboratorieförsök fann GARRETT (1956), att tillväxthastigheten hos rhizomorfer avtog med avståndet till näringskällan. Han antar, att detta till stor del beror på konkurrens mellan de närmast näringskällan liggande delarna av rhizomorferna och de längre avancerade, samt även på konkurrens mellan nybildade yngre rhizomorfer och äldre sådana.

Det är inte känt, vilken betydelse basidiesporerna har för svampens spridning, men man har skäl att anta att luftburna sporer, i likhet med vad som är fallet för *Fomes annosus*, spelar en viss roll för svampens spridning. Redan HILEY (1919) antog, att så kunde vara fallet. En indikation i samma riktning ger några resultat från en pågående undersökning. I denna har förekomsten av sporer undersökts enligt den av RISHBETH (1958) beskrivna metoden att fånga upp svampsporer på färska vedtrissor. Vid upprepade tillfällen har på detta sätt under höstmånaderna unga *Armillaria*-mycel kunnat påvisas på trissor, som exponerats i skogsbestånd i Sydsverige.

Olika trädslags resistens mot *Armillaria mellea*

Angrepp av *Armillaria* har beskrivits på både träd, buskar och örter, och antalet värdväxter torde överskrida hundratalet. Icke något av de trädslag, som odlas i vårt land, förefaller att vara helt motståndskraftigt mot svampen.

Barrträden synes vara mest mottagliga i ungdomen. Särskilt gäller detta för granen och tallen, där lokala dödliga angrepp ofta kan konstateras i unga kulturer. I fråga om uppträddandet på andra barrträd finnes icke någon större erfarenhet från vårt land. Svampen har emellertid iakttagits som dödlig parasit både på lärk och silvergran. Enligt utländska rapporter räknas *Picea sitchensis*, *Thuja plicata* och *Tsuga heterophylla* som mycket mottagliga, medan *Picea excelsa* och *Pinus silvestris* anses vara mindre mottagliga. Relativt resistenta skall *Larix*-arterna vara och *Pseudotsuga Douglasii* mycket resistent.

Lövträden synes i fråga om resistens förhålla sig ungefär omvänt som barrträden. De blir nämligen mottagligare för angrepp med stigande ålder. Närmare uppgifter om angreppens omfattning och betydelse saknas betr. lövträden i vårt land, men svampen har iakttagits på bl. a. asp, björk, bok och ek. Som parasit på lövträden synes svampen på det hela taget vara av underordnad betydelse. Däremot kan den på lövträdsstubbarna uppnå en kraftig saprofytisk utveckling och därigenom få bättre möjligheter att sätta igång ett parasitiskt angrepp i en efterföljande barr- eller blandskogsgeneration.

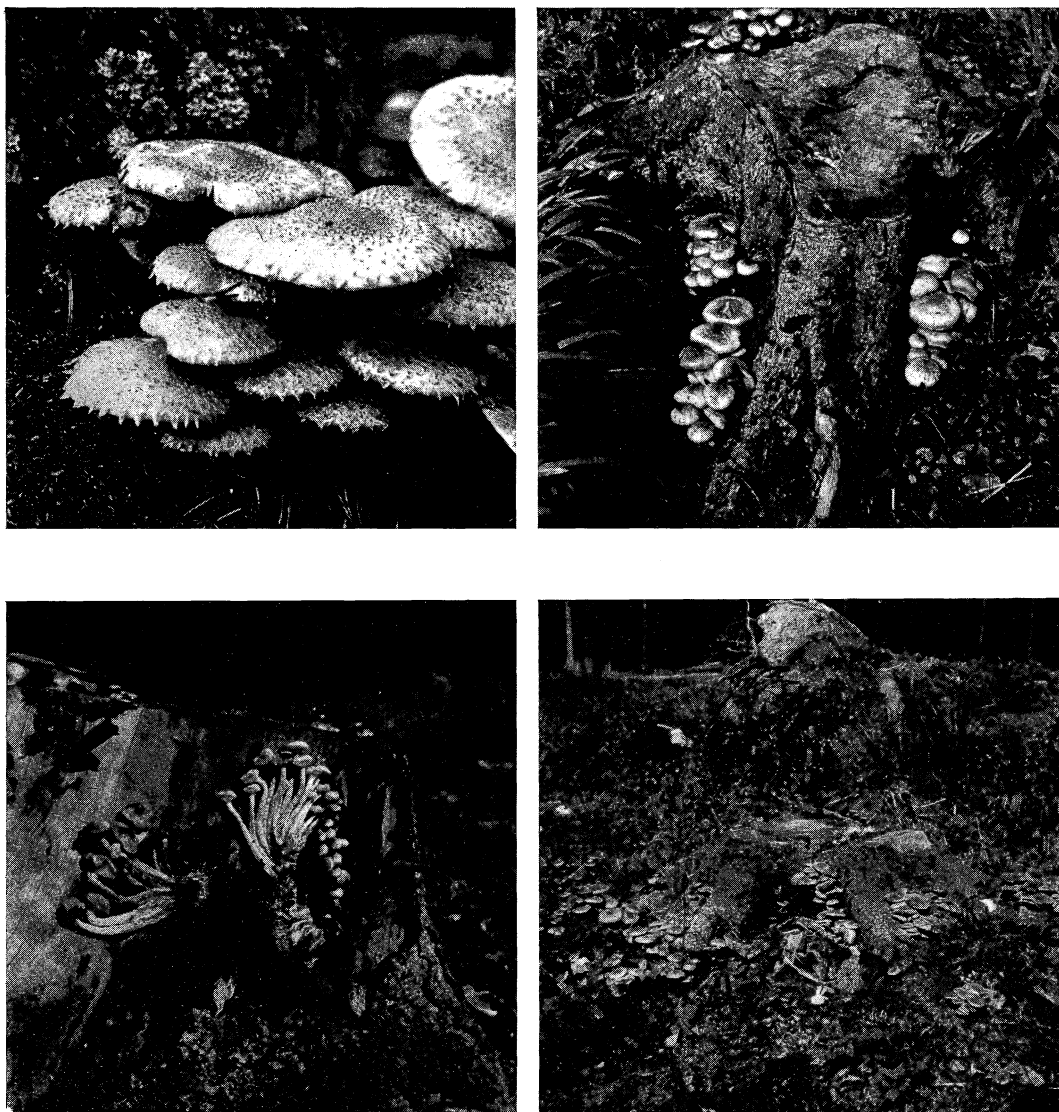


Fig. 4. Fruktkroppar av honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, frambrötande på 3-åriga granstubbar.
Fruiting bodies of the honey mushroom, *Armillaria mellea*, breaking out on three year old spruce stumps.

Skillnader i angreppsintensitet har även iakttagits mellan olika provenienser av samma trädslag.

Frågan om resistensen hos olika trädslag kompliceras emellertid av att enligt flera forskare miljön i hög grad inverkar på svampens angreppsförmåga. Men eftersom miljöfaktorer kan påverka både värdväxtens fysiologiska resistens och parasitens virulens, ibland kanske i olika riktning, blir iakttagelser över en viss miljöfaktors betydelse ofta motsägande, beroende på från vilken utgångspunkt problemet studerats. Ett exempel på detta utgör rapporterna om pH-faktorns betydelse. REITSMA (1932) konstaterade sålunda omfattande angrepp av *Armillaria* på jordar med ett pH-värde på ca 4—5, medan bestånd på marker med pH-värden på 6—7 var väsentligt mycket friskare. Sand- och moränmarker var mera utsatta än lermarker enligt hans erfarenhet. AYTOUN (1950) å andra sidan visade, att mögelsvampen *Trichoderma viride*, som är mycket allmän i all skogsmark, var starkt antagonistisk gentemot *Armillaria* och även dödade dess mycel vid låga pH. Vid högre pH (5—7) var dock antagonismen försvunnen, sålunda indikerande större svårighet för *Armillaria* att konkurrera vid lägre pH. Detta kan förväntas ge minskade risker för angrepp på värdväxterna vid låga pH, alltså tvärt emot REITSMA's erfarenhet. Antagonism mellan *Armillaria* och *Trichoderma* har även studerats av BLISS (1951). Han fann, att vid partiell jorddesinfektion med koldisulfid dödades *Armillaria*-mycelet snarare genom inverkan av *Trichoderma*, som starkt dominerar i desinficerad jord, än genom direkt fungicid effekt på *Armillaria*. BLISS har även undersökt effekten av temperaturen på rotutvecklingen hos potentiella värdväxter till *Armillaria* och korrelerade detta med värdväxtens resistens gentemot infektion. Optimal tillväxt av *Armillaria* på maltagar erhöll han vid 25° C. Den optimala temperaturen för rottillväxt hos persika, aprikos och geranium fann han vara 10—17° C. Hos citron och rosor däremot 17—31° C. Den gynnsammaste temperaturen för infektion av den första gruppen fann han vara 15—25° C, men för den andra gruppen 10—18° C. Detta skulle kunna tyda på att hastigt växande träd med god rottillväxt kan ha ökade möjligheter att motstå eller undgå *Armillaria*-angrepp.

Honungsskivlingen uppträder ofta som en fakultativ parasit. Den infekterar då de levande rötterna medelst sina rhizomorfer, som sedan tränger fram mellan bark och ved. Ofta dödas trädet på detta sätt. Den tid, som åtgår därför, varierar dock inom vida gränser. Ibland kan dock sjukdomen avancera mycket snabbt och döda träden på ett par månader. Detta är särskilt fallet beträffande unga träd, men kan även förekomma i äldre bestånd. Ofta har sjukdomen ett mera kroniskt förlopp, som kan pågå i flera år. I sådana fall kan det också inträffa, att trädet kan övervinna svampen och återgå till hälsa.

Som saprofytt kan svampen tränga in genom döda rotpartier och vävnader och sedan fortsätta upp genom den döda kärnveden, försakande en röta

av korrosions- eller vitrötetyp, som till slut leder till ett hål i stammen. En dylik hålröta går vanligen inte långt upp i stammen, sällan mer än 1 å 2 m.

LAGERBERG (1945) anser *Armillaria* vara den allvarligaste skadesvampen i vårt skogsbruk, särskilt i kulturbestånden. Röta i kulturgranskog förorsakad av *Armillaria* har rapporterats av bl. a. YDE-ANDERSSON (1958) från Danmark. Han beskriver symtomen på en *Armillaria*-röta, som uppträdde i relativt hög frekvens i hans försöksytor, och menar med stöd av sina iakttagelser, att betydelsen av *Fomes annosus* i Danmark har överdrivits i jämförelse med den skada, som förorsakas av *Armillaria*. Sistnämnda svamp skulle enligt hans uppfattning förorsaka stora skador såväl genom uppkomsten av stamröta som genom att träd dödas.

Några exempel på svampens uppträdande i Sverige

A. Som saprofyt på stubbar.

Armillaria förekommer allmänt i våra skogar även om den i allmänhet inte ger sig till känna som aktiv skadegörare på träden, utan lever med sitt mycel och sina rhizomorfer på stubbar och rötter i marken. En nyss avverkad stubbe synes snabbt bli angripen av svampen. Redan första året kan man finna rhizomorferna eller mycelhinnorna ända uppe vid kanten av stubben. Antalet angripna stubbar ökar dock med stubbens ålder. Det förefaller också, som om granstubbar lättare skulle infekteras än tallstubbar (tabell 1).

Tabell 1. Förekomst av *Armillaria*-mycel på stubbar av gran och tall av olika ålder.

Occurrence of *Armillaria* mycelium on spruce and pine stumps.

Lokal Locality	Trädslag species	Stubbens ålder, år Stump age years	Antal under- sökta stubbar Number of stumps investigated	% stubbar med <i>Armillaria</i> per cent with <i>Armillaria</i>
Tönnersjöhedens försökspark	gran	1	100	7
» »	»	2	51	35
» »	»	3	100	84
Bogesund	gran	1	50	25
	»	2	»	46
	»	3	»	73
	»	4	»	89
	»	5	»	84
Bogesund	tall	1	50	8
	»	2	»	28
	»	3	»	10
	»	4	»	6
	»	5	»	16

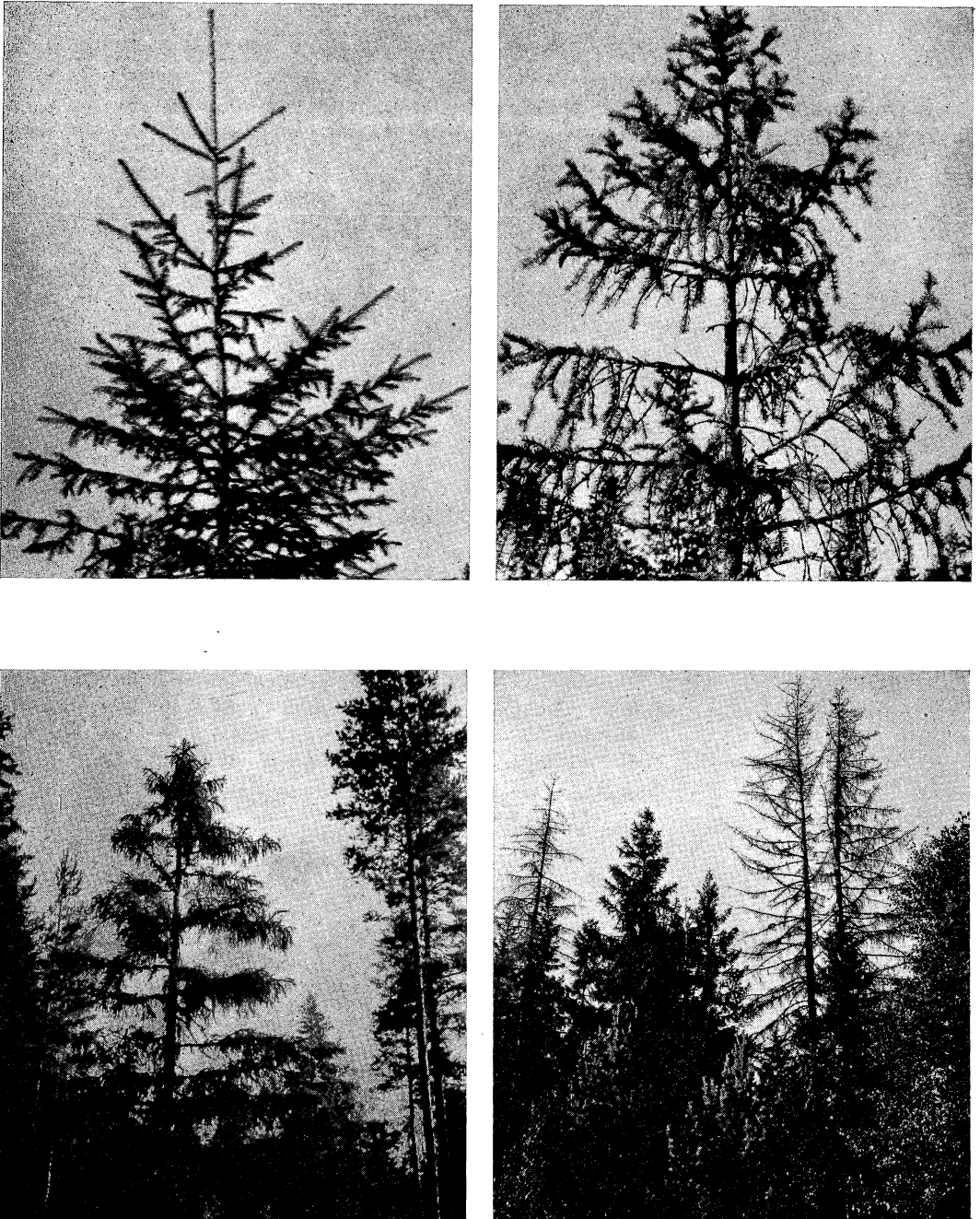


Fig. 5. Granar i olika framskridet stadium av »grantorka»: a-, c-, d- och e-typ (se text, sid. 14).
Spruce in several advanced stages of "grantorka": types a, c, d, and e.

Stora skillnader i angreppsfrekvens hos stubbar kan dock iakttagas. Inom vissa områden kan redan efter en sommar mer än hälften av stubbarna vara angripna, medan inom andra blott ett fåtal angripna kan påträffas. Närmare undersökningar över orsaken härtill har ej utförts, men troligen beror det på ståndortsförhållanden, näringssammansättning hos stubben och kanske även mikrobiologiska faktorer i marken.

Undersökningar av svampfloran i stubbar har företagits bl. a. genom uttagning av borrhärnor. Ur 679 1—3-åriga stubbar, som var friska vid avverkningen, erhöles *Armillaria* vid odling på agarsubstrat blott i 14 fall eller ca 2 %. Enligt okulär bedömning var den betydligt vanligare, men det långsamt växande *Armillaria*-mycelet förkvävdes av andra snabbväxande svampar och bakterier (KÄÄRIK och RENNERFELT 1957). Lättast går mycelet att isolera ur stammen på ett träd, som dödats genom en akut attack av svampen. Där får man den ofta som renkultur.

B. Som parasit på stående träd.

Vid olika tillfällen har vi iakttagit träd, som dött på rot i bestånd och under förhållanden, som icke indikerade rena torkskador. Såväl tall som gran i alla åldrar synes vara utsatta för dessa skador. Vid närmare undersökning kunde vi ofta finna *Armillaria*-mycel, vanligen som mer eller mindre utbredda tunna hinnor mellan barken och veden. Rikligast förekommer det på rötterna och stammens underdel, men ofta kan det följas flera meter upp längs stammen. Ibland löper även svampens rhizomorfer som ett nätverk under trädets bark. När svampen uppträder på detta sätt, går sjukdomsförloppet mycket hastigt. Träden kan vara till synes friska på våren, men längre fram på sommaren kan ett flertal träd stå avbarrade och döda, antingen ensstaka eller i små grupper.

På ett hyperitberg i Värmland med näringsrik mulljord iaktogs ett stort antal granar, som antingen var döda eller hade mer eller mindre starkt framträdande sjukdomssymtom. På en tillfällig ca 500 m² stor yta gjordes en del iakttagelser (tabell 2). Som tabellen visar, hade granen dödats i stor utsträckning, medan tall och björk var oskadade. På flertalet av de döda granarna förekom den vita mycelhinnan under barken, och en röta hade även börjat intränga i de sista årsringarna. Även rötterna var helt övervuxna med mycel och

Tabell 2. Uppträdande av *Armillaria* i ett ca 20 årigt granbestånd.

Occurrence of *Armillaria* in 20 year spruce.

Trädslag species	Antal Number	Levande Alive	Döda Dead
Gran.....	123	25	98
Tall.....	4	4	—
Björk.....	29	29	—

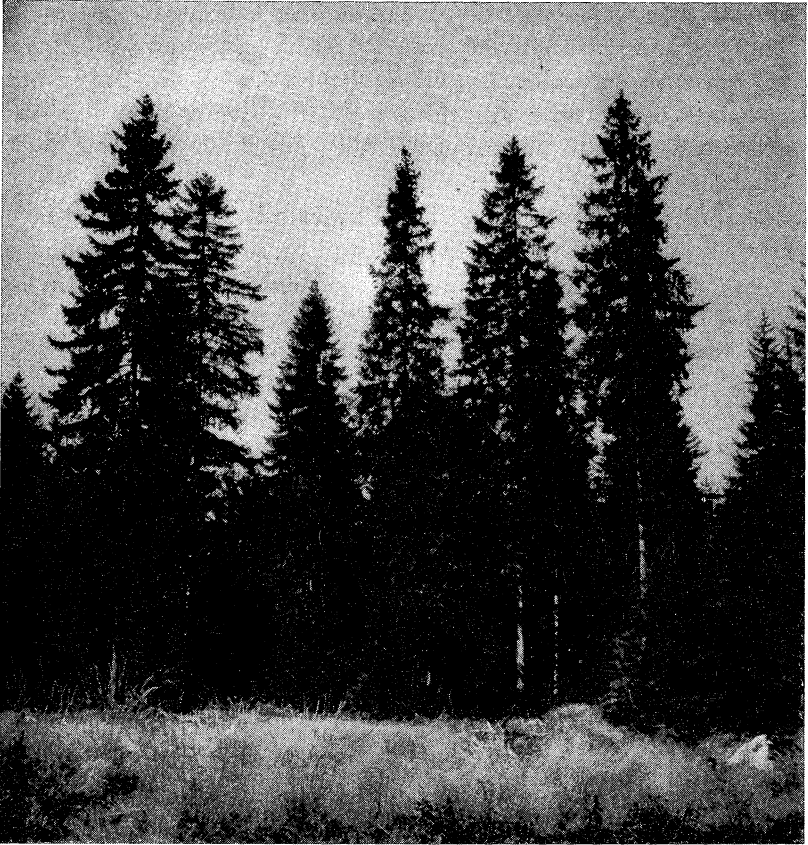


Fig. 6. Beståndsbild av granen på Dimbokomplexet.
The spruce stand at Dimbo.

rhizomorfer. Flerstädes iaktogs rotkontakter, varigenom svampens snabba spridning i beståndet underlättats. Året därpå besöktes platsen ånyo. Ytterligare granar hade då dödats, och även enstaka tallar och björkar var döda, liksom också några inom området växande enar.

Ett annat exempel på ett starkt akut angrepp kan lämnas från Halland. En ca 50-årig grankultur, planterad på god mark, som tidigare burit bok, var våren 1958 frisk. Under sommaren började granarna torka och på hösten hade en lucka med ca 30 m diameter bildats i beståndet. Angreppet höll fortfarande på att sprida sig.

Ett mera långsamt förlöpande parasitiskt *Armillaria*-angrepp konstaterades på Vinåsen i närheten av Ljusdal. Ett ca 200 hektar stort område, en god tredje bonitet, var bevuxen med gran, tall och något asp och björk (g. 0,4, t. 0,5, löv 0,1). Granens ålder var 80—120 år. Varje år dödas här ett antal granar



Fig. 7. Gren från frisk gran (t. h.) och från en c-gran, som hastigt stannat upp i växten.

Branch from a healthy spruce (right) and from a "c" spruce where growth has rapidly come to a halt.

av *Armillaria*, vilket medfört en relativt stor luckbildning i beståndet. Mycelhinnor påträffades rikligt i de döda träden mellan barken och veden. I humusskiktets nedre del fanns talrika rhizomorfer. Central röta i stammen var sällsynt inom området. Tallen angreps inte av svampen. Tidigare hade lövinslaget varit större, men genom huggning hade aspen och björken decimerats.

Förutom skador av ovan relaterade typ, som i regel snabbt leder till att trädet dör, har även iakttagits fall, där träden mycket långsamt tynar bort, i vissa fall kan det dröja ända upp till 10 år och ännu mer mellan de första synliga sjukdomstecknen och trädets död. Orsaken till dessa skador har tidigare icke varit säkert bekant, och LAGERBERG har beskrivit fenomenet under namn av »grantorka». För att få säkrare grepp om orsaken till och utvecklingen av sjukdomen har ett antal provytor utlagts, som reviderats med olika tidsintervall. En dylik yta utlades 1943 på skogssällskapets Dimbokomplex (fig. 6) vid Hjälmarens södra strand och vidare 3 ytor på Forssjöbruks marker år 1949. Sjukdomen uppträdde här i rena eller nästan rena granbestånd och ytttrade sig så, att enstaka granar eller smärre grupper började ändra färg. En gren här och var i kronan gulnade och torkade till slut (fig. 7 och 8). Dessa symptom

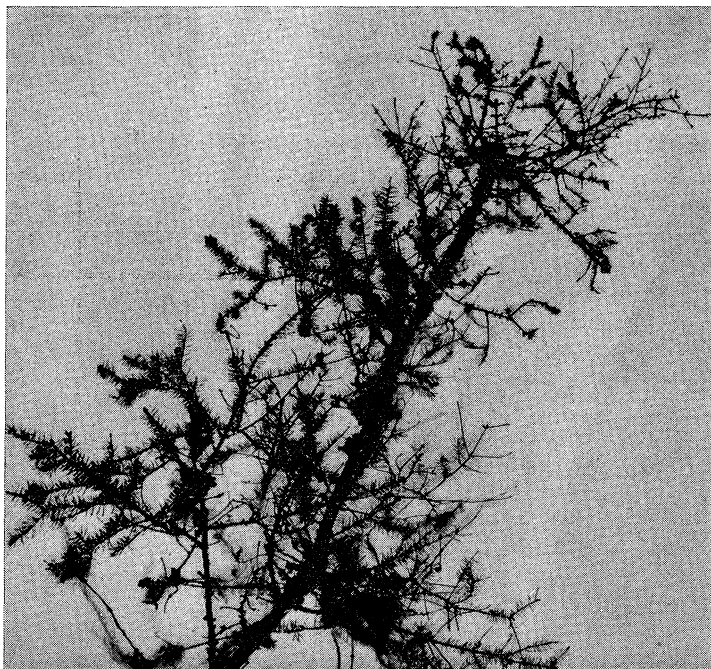


Fig. 8. Gren från en d-gran, som under en följd av år fört en tynande tillvaro.

Branch from a "d" spruce that has been slowly losing vigour over a period of several years.

spred sig till allt större delar av kronan, samtidigt som toppen knöt sig och slutade växa. För att följa sjukdomens utveckling indelades granarna i olika klasser alltefter symtomens utseende:

- a = friska träd (4 poäng)
- b = svagt angripna träd med enstaka missfärgade grenar (3 poäng)
- c = träd med sjuka partier tydligt framträdande (2 poäng)
- d = hela trädet angripet, barrmassan guldfärgad (1 poäng)
- e = trädet dött eller döende (0 poäng)

På fig. 5 visas toppen av granar från dessa olika klasser. Ytorna har sedermera reviderats med några års mellanrum, varvid trädens utseende noterats. Av diagrammen på fig. 9, som erhållits genom att åt de olika trädklasserna ge ovan nämnda poängvärden (400 = alla träd friska), framgår sjukdomsutvecklingen under 1949—1957 på de tre granprovytorna på Forssjöbruk. Tabell 3 visar i detalj skadornas omfattning under observationstiden på en av de undersökta ytorna. Sundhetstillståndet visar som synes en försämring, skadornas omfattning har ökat både kvalitativt och kvantitativt.

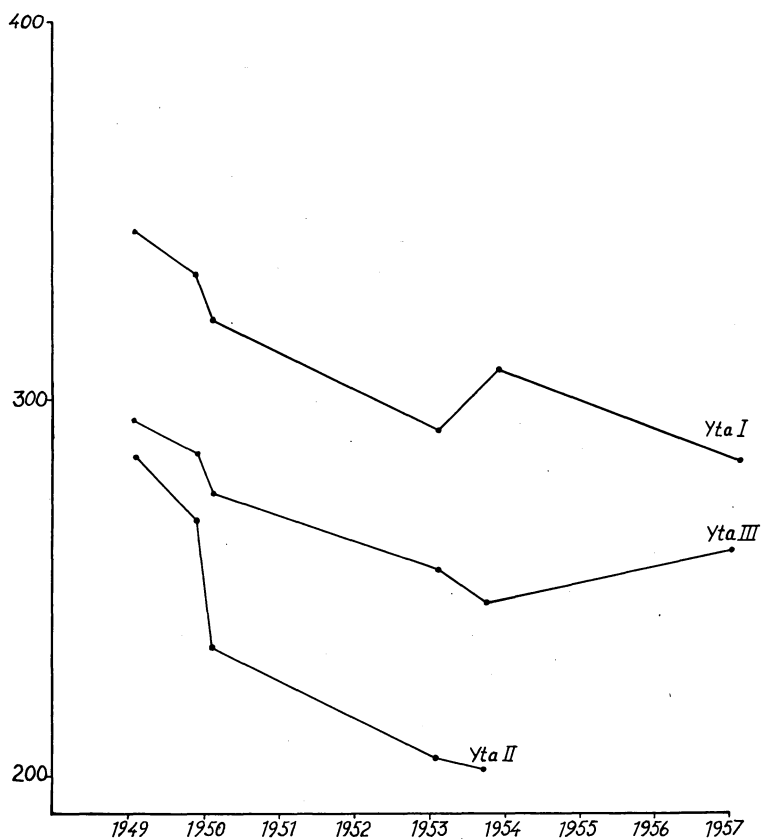


Fig. 9. Sjukdomsutvecklingen hos granarna på tre provytor på Forssjöbruk 1949—57.
Development of the disease in spruce trees in the three experimental areas at Forssjöbruk 1949—57.

Orsakerna till »grantorka» sådan den beskrivits här har skogsmän försökt förklara som resultat av ändrade grundvattensförhållanden, uttorkning av smårötter i samband med gallringar, insektsangrepp, rotröta eller rökskador. Ingen av dessa faktorer förefaller dock vara trolig på nyss nämnda ytor. Närmare undersökningar har visat, att *Armillaria* är mycket vanlig inom bestånden. På döda eller svårt angripna träd kan man nästan genomgående finna svampens mycelhinnor mellan barken och veden. På träd med svagare symtom har mycelhinnor eller rhizomorfer i regel kunnat påträffas längre ut på rötterna, och även på till synes helt friska träd kan rhizomorfer iakttagas åtminstone på någon av rötterna. De gjorda iakttagelserna talar därför mycket starkt för att denna s. k. »grantorka» skulle förorsakas av *Armillaria*-angrepp. Man får dock inte bortse ifrån att »grantorka» i allmän bemärkelse naturligtvis i vissa fall kan ha rent fysiologiska orsaker.

Tabell 3. Utvecklingen av »grantorkan» på provyta III (Forssjöbruk) år 1949—57.
Development of "dry spruce" on experimental plot III (Forssjöbruk) 1949—57.

	Ytan reviderad den:					
	27/1 1949	22/11 1949	27/1 1950	29/4 1953	6/10 1953	23/7 1957
Antal döda träd (= e)	27	27	33	40	43	19+
» träd med guldfärgad barrmassa (= d)	25	27	31	39	40	21+
» träd med framträdande sjuka par- tier (= c)	37	40	39	44	52	73+
» träd med enstaka missfärgning (= b)	62	71	68	70	60	88+
Totala antalet sjuka och döda träd	151	167	171	193	201	201+
Antal friska träd	152	136	132	107	100	66+
Totala antalet träd på ytan	303	303	303	300	301	267+
% döda träd (e)	8,9	8,9	10,9	13,4	14,3	7,1
% sjuka träd (d)	8,3	9,6	10,2	13,0	13,3	7,9
» » » (c)	12,2	13,2	12,9	14,7	17,3	27,4
» » » (b)	22,5	23,5	22,5	23,4	22,0	33,0
% sjuka och döda träd (e + d + c + b)	49,8	55,1	56,4	64,3	66,7	75,4

+ En del träd borttagna på grund av stormfällning.

Av tabell 4 och figur 10 framgår, att det i de undersökta ytorna inte finns någon direkt korrelation mellan stamröta, i detta fall *Fomes annosus*, och sjukdomssymtom på träden enligt tidigare beskrivning. Rotröta (*Fomes annosus*) torde därför inte ha spelat någon väsentlig roll för trädens avtynande.

Armillaria har även iakttagits på andra håll, där granen torkat under liknande symtom. Även på dessa lokaler, belägna flerstädes inom Mälars- och

Tabell 4. Förhållandet mellan träd med stamröta och sådana utan röta i relation till sjukdomssymtom enligt okulärbesiktning.

Correlation between the occurrence of trunkrot and visual symptoms of disease.

	Trädens utseende enligt kod (se tabell 3) Appearance of the trees				
	a	b	c	d	a + b + c + d
Ingen stamröta Without trunkrot	28	57	20	5	110
Med stamröta With trunkrot	21	36	22	5	84
Totalt Total	49	93	42	10	194
% utan stamröta Without trunkrot	57,2	61,2	57,6	50,0	56,7
% med stamröta With trunkrot	42,8	38,8	52,4	50,0	43,3

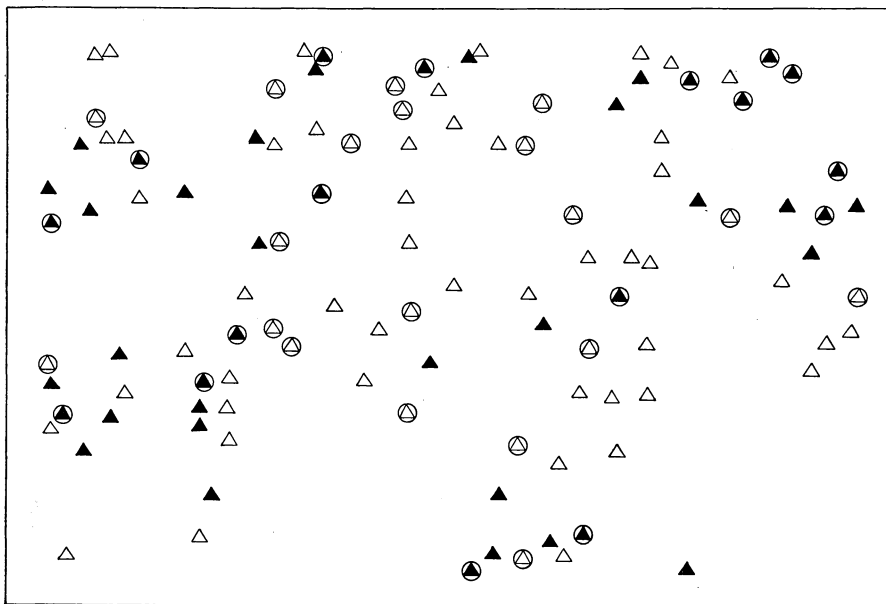


Fig. 10. Del av skogssällskapets provyta vid Dimbo visande förekomsten av granar med central *Fomes annosus*-röta (▲) och grantorka (○). △ = granar utan central stamröta.

Part of an experimental area at Dimbo showing the occurrence of spruce trees with central *Fomes annosus* rot (▲) and "grantorka" (○). △ = spruce trees without central butt rot.

Hjälmarlandskapen, torde sålunda *Armillaria* vara den primära orsaken till skadorna.

Armillaria kan således förutom att akut döda träd även uppträda på ett sådant sätt, att trädet endast mycket långsamt tynar av. Vi har dessutom i flera fall iakttagit träd, där endast en mindre del av rotsystemet angripits, och där angreppet sedan åtminstone temporärt stoppats upp. I dessa fall har trädet i regel inte visat sjukdomssymtom. Det är dock sannolikt att tillväxten påverkas betydligt tidigare, än när synliga symtom kan iakttagas. I diagrammet på figur 11 har inlagts årsringsbredd hos ett antal friska typträd, enligt den använda koden (sid. 14) betecknade med a, samt årsringsbredd hos ett antal träd med sjukdomssymtom men utan stamröta, betecknade med d enligt koden. Som synes avstannar tillväxten mycket hastigt vid fullt utbildade sjukdomssymtom.

C. *Armillaria* som orsak till skogsröta.

I det föregående har svampens uppträdande som mer eller mindre aggressiv parasit skildrats. Den orsakar därvid oftast inte någon röta i veden, utan om virkesskador uppstår, beror de vanligen på sekundärt uppträdande svampar

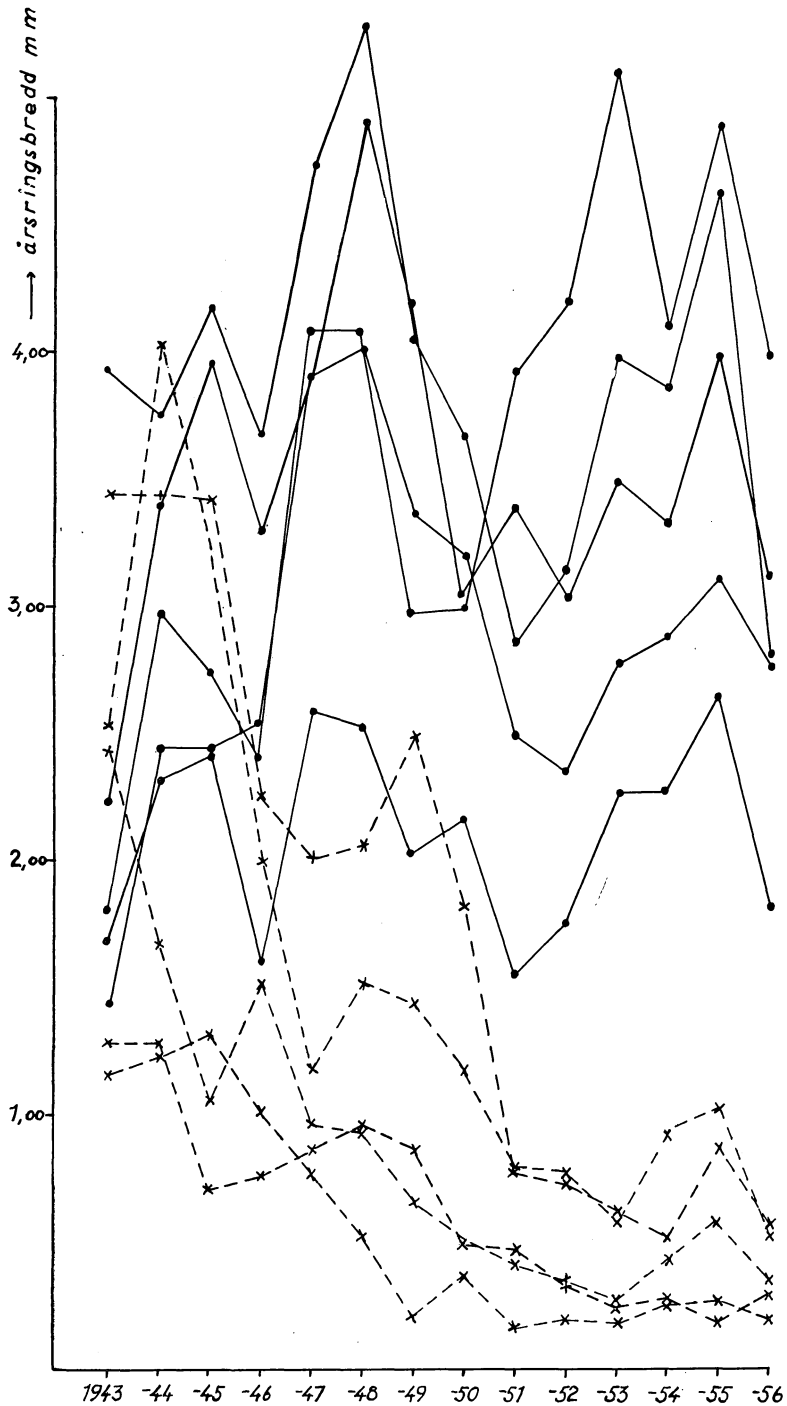


Fig. 11. Diagram visande den årliga tillväxten enligt mätning på borrhärdar ur ett antal friska a-granar (—) och ur sjuka d-granar (---) på yta III, Forssjöbruk.

Diagram showing annual growth according to measurements on increment cores from a number of healthy "a" spruce (—) and from diseased "d" spruce (---) in area III, Forssjöbruk.

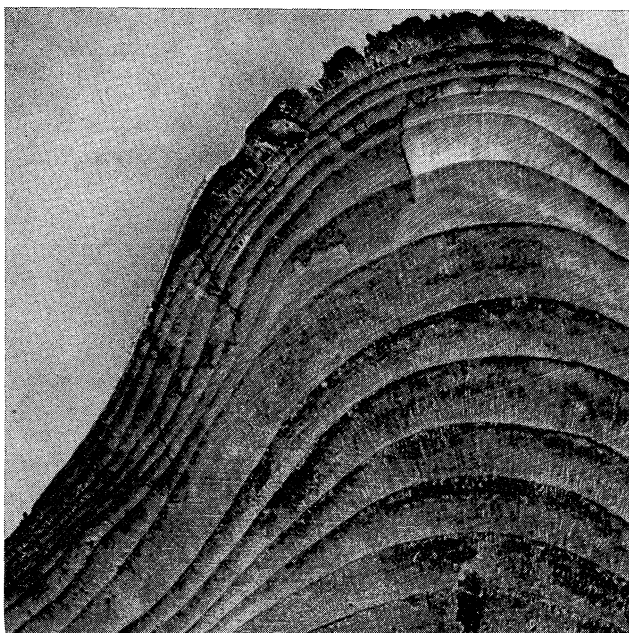


Fig. 12. Ytlig *Armillaria*-röta i en granstubbe. Avgränsningen inåt mot den friska veden framträder som en svart linje.
Superficial *Armillaria* rot in a spruce stump. The inner boundary separating the healthy wood shows as a black line.

och insekter. Om *Armillaria*-röta uppträder, inskränker den sig vanligen till en ytlig rötzon omfattande några få årsringar (fig. 12).

Under våra arbeten med rotröta har vi ibland påträffat en central skogs-röta, som inte överensstämmer med den, som förorsakas av rotrötesvampen, *Fomes annosus*. Det är en central lös eller t. o. m. ihålig röta, ur vilken det

Tabell 5. Relativa frekvenser av *Fomes* och *Armillaria* enligt okulär bedömning av granstubbar.

Frequency of *Fomes* and *Armillaria* visible on spruce stumps.

Lokal Locality	Antal stubbar No. of stumps	% stubbar med per cent with			Friska Sound
		<i>Fomes annosus</i>	<i>Armillaria mellea</i>	<i>Fomes</i> + <i>Armillaria</i>	
Deje.....	100	57	15	8	20
Lysvik.....	112	54	5	7	34
Gräsmark..	59	47	9	7	37
Visterud...	103	44	6	6	44
Medeltal % Mean		51	9	7	33

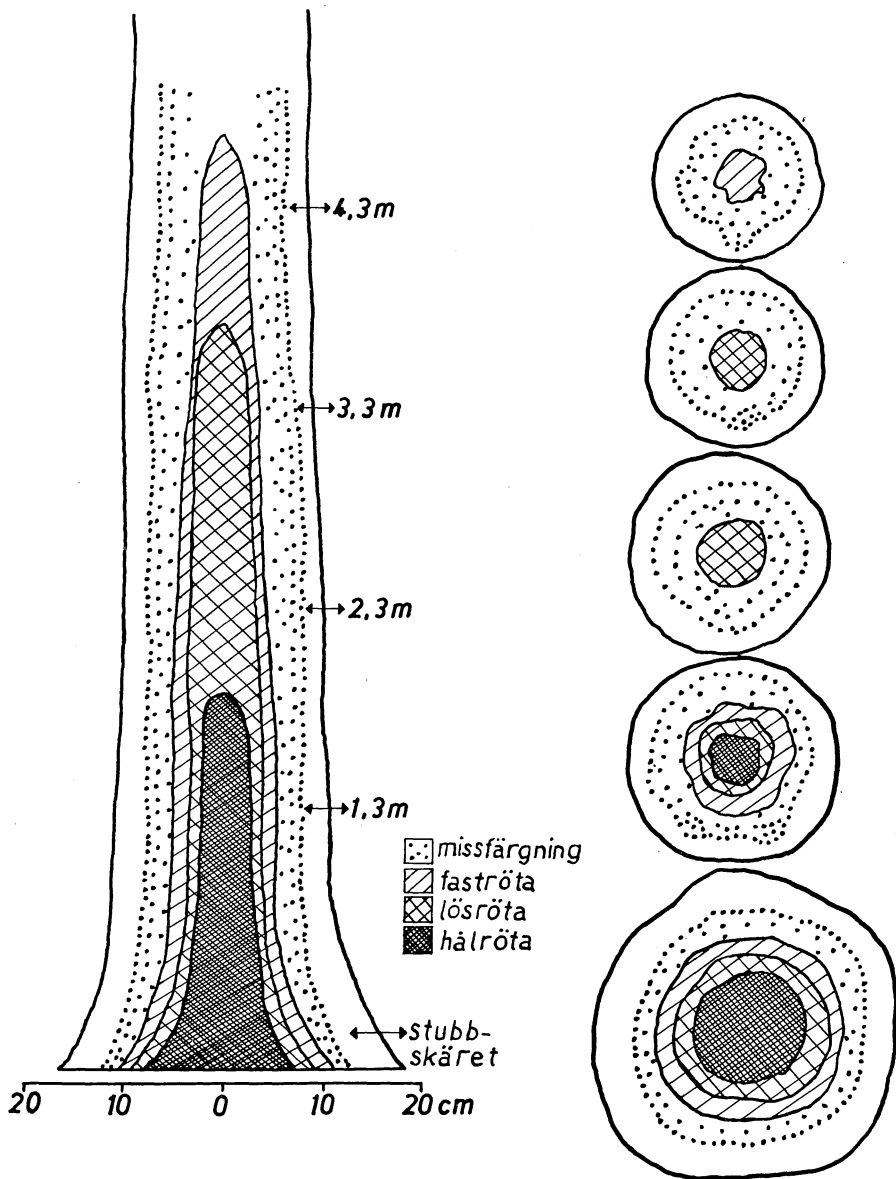


Fig. 13. Gran nr 6 på provytan vid Torsberget, AB Mölnbacka-Trysil: schematisk utsträckning av en central *Armillaria*-röta.

Spruce No. 6 on the experimental area at Torsberget; extension of a central *Armillaria* rot shown diagrammatically.

vanligen är svårt att odla fram ett rötmycel. Oftast växer det fram bakterier och jästsvampar m. fl. lägre organismer. I några fall har dock *Armillaria* vuxit ut ur sådan rötved. Vid ett tillfälle t. ex. växte *Armillaria* ut i 3 prov av 21 tagna stubbprov. I stubbar med sådan rötbild kan man ofta iakttaga rhizomorfer i den centrala rötan. Där torde de dock i flera fall vara sekundära. En bedömning av förekomsten av *Fomes* och *Armillaria* har gjorts på ett par hyggen i Värmland (tabell 5). *Fomes* var på dessa den dominerande svampen, men i 9 % av stubbarna förekom troligen primär *Armillaria*-röta och i ytterligare 7 % torde den ha uppträtt tillsammans med *Fomes*.

Från en avverkning i ett ca 70-årigt mycket växtligt bestånd på Torsberget i Värmland påträffades emellertid en skogsröta som med säkerhet var förorsakad av *Armillaria*. Rötans utseende och förlopp framgår av figur 13. I stubbhöjd var det en hålröta, som fortsätter till ca 2 m, varefter den övergick till en mörk lösröta ytterligare 1,5 m. Först mellan 4 och 5 m upphörde rötan. Själva rötcyllindern var i stor utsträckning skarpt begränsad mot veden (figur 14 c). Större delen av den utanför rötcyllindern liggande vedmanteln företedde en svag gulaktig missfärgning, och ytterkanten härav markerades av en tydligt missfärgad zon (figur 14 a). I den ännu fasta rötveden kunde de för en *Armillaria*-röta karakteristiska pseudosklerotierna iakttagas som svarta band eller streck (figur 14 b). Där stammen var ihålig förekom rhizomorfer växande ut i hålrummet.

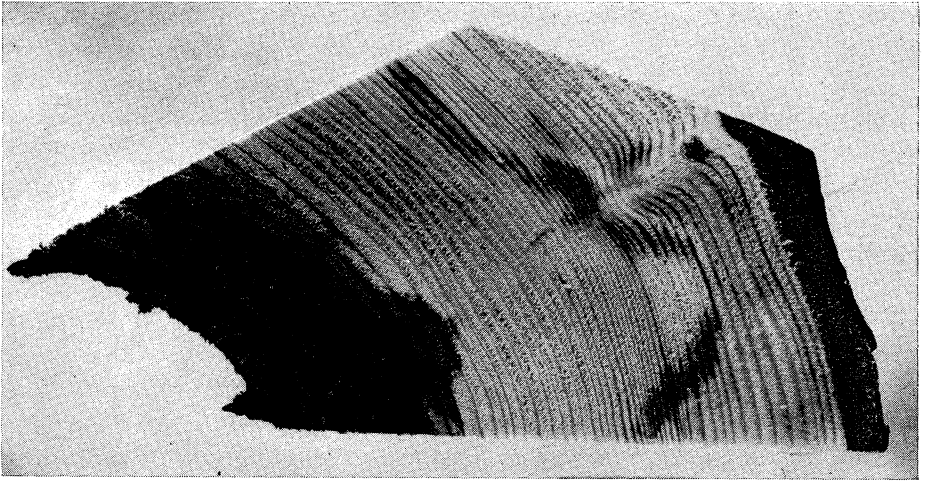
En beräkning av den ekonomiska skadan till följd av rötan i detta träd gav det i tabell 6 återgivna resultatet. Som framgår av tabellen, har rötan ej vuxit i höjd under 5-årsperioden, men däremot har den ökat i diameter och även konsistensen har förändrats under denna tidsperiod.

Den totala ekonomiska skadegörelse, som *Armillaria* förorsakar vårt skogsbruk, kan f. n. icke med säkerhet angivas. Enligt en vid institutet utförd beräkning förorsakar skogsrötorna hos granen en årlig förlust på ca 60 mill. kr eller 6 % av bruttoavverkningsvärdet (RENNERFELT 1958). Om vi antar, att ca 10—15 % av stamrötorna är förorsakade av *Armillaria* (tab. 5) skulle denna

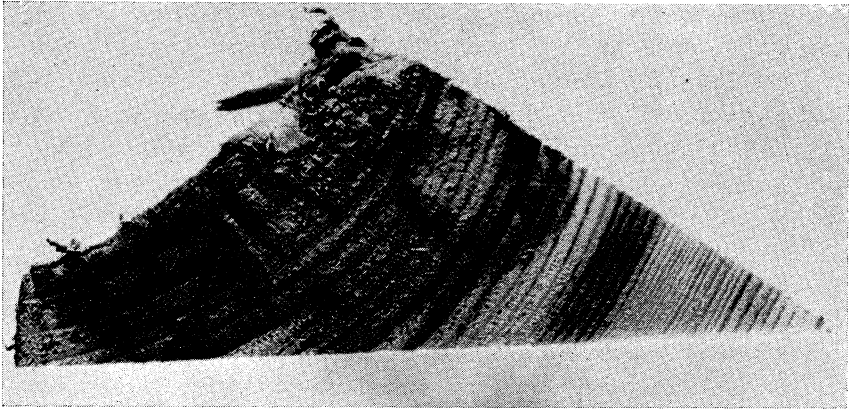
Tabell 6. Värdeförlust på grund av *Armillaria*-röta hos den gran, som visas på figur 13.

Decrease in the value of the spruce shown in fig. 13 due to *Armillaria* rot.

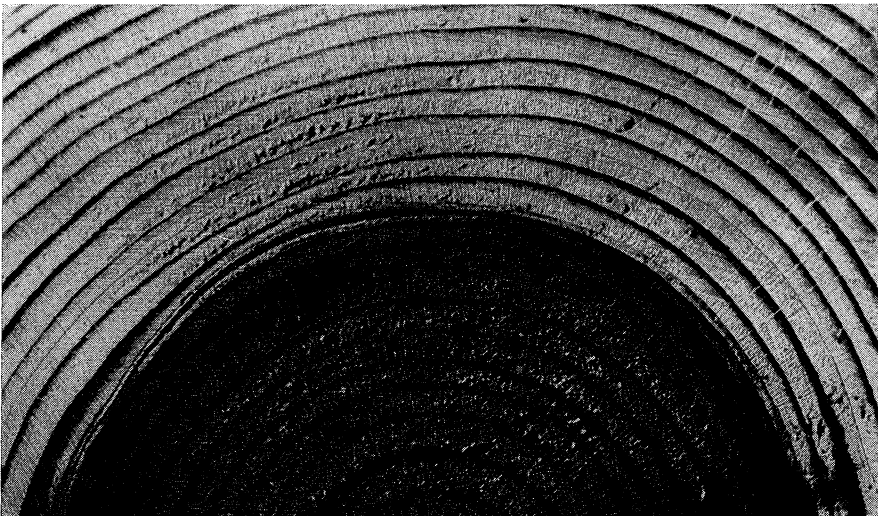
År Year	Diam brh. Diam. torh. mm	m ³	Rötans			Trädets nettovärde Net value Kr		Förlust Loss	
			längd m	diam. mm	volym m ³	som friskt sound	verkligt with rot	Kr	%
1953	193	0,222	4,5	54	0,010	10,53	8,91	1,62	15,4
1958	203	0,265	4,5	72	0,018	12,36	9,57	2,79	22,6



a



b



c

svamp svara för förluster på ca 6—8 mill. kr. Då härtill kommer skador även på andra trädslag samt akuta angrepp, torde man kunna uppskatta värdeförlusten till 9—12 mill. kr per år.

Diskussion.

Den i svensk skogsmykologisk litteratur beskrivna s. k. »grantorkan» har visats bero på en långsamt förlöjande *Armillaria*-infektion.

På detta sätt har svampen enligt vår erfarenhet i första hand uppträtt på ett antal rätt väl begränsade områden i Mellansverige. Lokaler med dylik grantorka har dock iakttagits även på andra håll i landet. Angreppen har i regel observerats på god mark, där lövinslaget i nuvarande eller föregående generation varit relativt stort.

Skogsröta på grund av *Armillaria* har icke iakttagits i den omfattning, som rapporterats av YDE-ANDERSEN i Danmark, utan *Armillaria* synes förekomma i ca 15 % av de undersökta skogsrötorna.

Våra resultat stöder uppfattningen, att spridningen av infektionen från ett träd till ett annat oftast sker via rotkontakter och att spridningen via rhizomorfer, som växer genom humuslaget, torde vara av underordnad betydelse. Luftinfektion via sporer förekommer i viss omfattning. Detta bestyrkes bl. a. av att i försök *Armillaria*-mycel ofta växte ut på exponerade gran-, tall- och björktrissor. Svampen kan, som visats i denna undersökning, uppträda som akut parasit och dödar då träden på kort tid. På de flesta ståndorter är dock infektionspotentialen för låg eller trädens miljöbetingade fysiologiska resistens så pass hög, att svampen ej förmår att infektera eller i vissa fall infektera men ej avancera från de primärt angripna rötterna. I detta senare fall bildar *Armillaria* en typ av pseudomykorrhiza, som alltså kan karakteriseras som en slags kontrollerad parasitism, som i bästa fall endast resulterar i en viss tillväxthämning.

Fig. 14. Detaljer av rötan i gran nr 6 Torsberget.

Details of rot in spruce No. 6 at Torsberget.

- a) röta på 0,3 m höjd, mörk lös röta kring hålet. Den mörka zonen nära barken framträder tydligt.
rot at 0.3 m height; dark, soft decay around the hole. The dark zone near the bark shows clearly.
- b) rötan på 1,3 m höjd, mörk fast-lös röta kring hålet. Pseudosklerotierna kan iakttagas som svarta band i rötveden.
rot at 1.3 m height; dark, partly softened decay around the hole. The pseudosclerotia are visible as a dark band in the rot wood.
- c) rötan på 3,3 m höjd, den mörka rötveden är skarpt avgränsad från den övriga vedcylindern.
rot at 3.3 m height; the dark rot wood is sharply separated from the rest of the wood.

Våra observationer tyder på att *Armillaria mellea* är en skadegörare av lokalt allvarlig men för skogsbruket i dess helhet ej av oroväckande omfattning f. n. Situationen kan emellertid bli helt annorlunda i en nära framtid vid en mera allmän övergång till kulturskogar. Det finns rimliga skäl att anta, att skogsbruket likaväl som lantbruket i och med intensivare skötselmetoder även får räkna med ökade risker för att den i naturskogen uppbyggda balansen mellan trädens resistens och parasiternas infektionsförmåga kan rubbas till de senares favör. Om så är fallet, torde *Armillaria* jämte *Fomes annosus* vara de parasitsvampar, som utgör det största hotet mot en fortsatt produktionsökning.

Vi vet ännu inte, hur olika skogsskötselåtgärder påverkar förhållandet mellan trädens resistens och svampens virulens. Eftersom svampens förmåga att infektera och skada ett träd åtminstone i många fall synes öka vid nedsatt kondition hos trädet, kan dock som allmän regel sägas, att beståndet bör skötas så, att de enskilda individerna alltid befinner sig i god växtkraft. På lokaler, där granen starkt angripes, torde det vara tillrådligt att försöka med en generation tall, lärk eller möjligen Douglas. Även lövträden anses vara mera motståndskraftiga. Man bör dock komma ihåg, att honungsskivlingen ofta synes starkt föröka sig saprofytiskt i en lövskog, vilket kan få en ödesdiger effekt på en efterföljande barrskogsgeneration.

Utsikterna att genom bekämpningsåtgärder kunna kontrollera *Armillaria* torde vara små. Stubbrytning har på många håll rekommenderats som en åtgärd för att minska smittämnet i marken. Några uppgifter om hur en dylik metod inverkat i praktiken, har dock inte kunnat återfinnas.

Möjligheten att genom gravar isolera de infekterade områdena från angränsande obesmittade marker har diskuterats och även i liten skala prövats i U.S.A. med till synes positivt resultat (BOYCE 1948, sid. 104). Som en praktisk åtgärd inom ett mera allmänt infekterat område torde metoden dock icke vara användbar. LEACH (1939) har framfört den åsikten, att *Armillaria* skulle vara mindre benägen att infektera stubbar efter träd, som dödat genom förgiftning. Vi har undersökt stubbarna i ett försök med s. k. kemisk barkning, där träden förgiftades med arsenik. Det visade sig härvid, att de flesta stubbarna var starkt infekterade med *Armillaria*, sålunda indikerande, att i varje fall arsenikbehandling av träd och stubbar ej torde påverka svampens möjligheter att bygga upp en infektionspotential i stubbarna.

Litteraturförteckning

- AYTOUN, R. S. C., 1950. The Genus *Trichoderma*: its Relationship with *Armillaria mellea* and *P. schweinitzii*.—Bot. Soc. Edinburgh, Transaction and Proceedings.—Bd. 36, pp. 99.
- BENTON, V. L. and EHRLICH, J., 1940. Variation in culture of several isolates of *Armillaria mellea* from Western White Pine.—Phytopathology, Vol. 31, pp. 803.
- BLISS, D. E., 1951. The destruction of *Armillaria mellea* in citrus soils.—Phytopathology, Vol. 41, pp. 665—683.
- BOYCE, J. S., 1948. Forest Pathology.—New York.
- CAMPELL, A. H., 1934. I. Zone Lines in Plant Tissues. II. The Black Lines formed by *Armillaria mellea*.—The Ann. of Applied Mycology, Vol. 21, pp. 1.
- GARRET, S. D., 1953. Rhizomorph behaviour in *Armillaria mellea*. I. Factors controlling rhizomorph initiation by *A. mellea* in pure culture.—Ann. Bot., London, 17, pp. 63—79.
- , 1956. Effect of a soil microflora selected by carbon disulphide fumigation on survival of *Armillaria mellea* in woody host tissues.—Canad. J. Microbiol., 3, 2, pp. 351—358.
- , 1956. Biology of Root-infecting Fungi, Cambridge, Univ. press.
- FINDLAY, W. P. K., 1951. The development of *Armillaria mellea* rhizomorphs in a water tunnel.—Trans. Brit. Mycol. Soc., 34, pp. 146.
- HARTIG, H., 1900. Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten.
- HILEY, W. E., 1919. The fungal diseases of the common larch. Oxford, p. 204.
- LAGERBERG, T., 1945. Kompendium i skoglig mykologi.
- KÄÄRIK, A. and RENNERFELT, E., 1957. Investigations on the fungal flora of spruce and pine stumps.—Medd., Band 47, Nr 7.
- LEACH, L. D., 1937. Observations on the parasitism and control of *Armillaria mellea*.—Proc. Roy. Soc., B, 121, pp. 561—73.
- , 1939. Biological control and ecology of *Armillaria mellea*.—Trans. Brit. Mycol. Soc., 23, pp. 320—9.
- MARSH, R. W., 1951. Field observations on the spread of *Armillaria mellea* in apple orchards and in black currant plantation.—The British Myc. Soc. Trans., 35—36, pp. 201—207.
- REITSMA, J., 1932. Studien über *Armillaria mellea*.—Phytopath. Ztschr. 5: 461—522.
- RENNERFELT, E., 1958. Den ekonomiska förlusten till följd av skogsröta i våra gran-skogar. — Skogen 45, 22, s. 677.
- RISHBETH, J., 1958. Detection of viable air-born spores in air.—Nature, Lond., 181, 4622, p. 1549.
- WALLACE, G. B., 1935. *Armillaria* root rot in East Africa.—East Afr. agric. J. 1, 182—192.
- WOESTE, U., 1956. Anatomische Untersuchungen über die Infektionswege einiger Wurzelpilze.—Phytopath. Ztschr. 26, 3, pp. 225—252.
- YDE-ANDERSSON, 1958. Kaerneråd i rödgran förårsaget af honningsvampen (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.). — Det Forstlige Forsøgsvaesen i Danmark, 79—91.

Summary

The Honey Mushroom, *Armillaria mellea* (Vahl) Quél., as parasite on softwoods

An investigation has been made of a disease that frequently attacks pure stands of spruce in the central part of Sweden causing interruption of growth and a gradual loss of vigour characterized in the later stages by increasing chlorosis of the needles. This phenomenon is known as "grantorka" (corresponding to "little leaf"). From the results of analyses of the root system and studies of the development of symptoms of the disease on trial surfaces over a 10 year period it appears that these symptoms are probably due to the honey mushroom or shoestring fungus (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.). Table 4 shows that root rot (*Fomes annosus*) although it is found in the areas affected can hardly have caused the damage attributed to "grantorka".

Somewhat different forms of *Armillaria* attack characterized by rapid killing of both spruce and pine in locally restricted areas have also been noticed.

Analyses on stumps have confirmed earlier information on the common occurrence of the fungus in forest stands, table 1.

Armillaria mycelium grows up into the stumps from the roots very quickly after the felling of a conifer and analysis of the root system showed that in many cases the fungus seemed to infect healthy roots but did not spread and produce disease symptoms in the tree. This indicates that *Armillaria* can behave as a pseudomycorrhiza on spruce roots; this could be characterized as a form of controlled parasitism. The effect of the infection on the tree appears to depend very largely on the site factors. A good humus-rich soil seems to increase the risk that the fungus will get the upper hand.

The results obtained here support the view that the infection usually spreads from one tree to another through root contacts and that spreading through rhizomorphs growing through the humus layer does not play any major role except at very short distances—less than a metre. Aerial infection by spores may occur to some extent. This is supported by the frequent growth of *Armillaria* mycelium on exposed surfaces of spruce, pine and birch sections.

Armillaria causes butt rot only to a minor extent, and then often occurs as a hole rot. It often occurs together with *Fomes* as a secondary form. Economically it is of less importance than *Fomes annosus* as a cause of damage in Swedish forests.