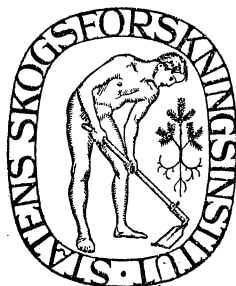


STUDIER ÖVER SNÖSKYTTESVAMPENS  
(*PHACIDIUM INFESTANS* KARST.)  
BIOLOGI SAMT METODER FÖR  
SNÖSKYTTETS BEKÄMPANDE

*STUDIES ON THE BIOLOGY OF THE PHACIDIUM-BLIGHT (PHACIDIUM  
INFESTANS KARST.) AND ITS PREVENTION*

AV

ERIK BJÖRKMAN



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT  
BAND 37 . Nr 2

---

Centraltryckeriet  
Esselte ab. Stockholm 1948  
743514



*Erik Björkman*

## Studier över snöskyttetsvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande

### *Förord*

På grund av de under senare år starkt minskande norrländska virkestillgångarna har förnygringsfrågan alltmera kommit att stå i centrum för den skogliga forskningen och för praktiska skogsvårdsåtgärder av olika slag. Detta gäller särskilt inom de mest svårförnygrade områdena, främst höjdlägen i Norrland, vilka omfatta mycket stora arealer som under årtionden levererat huvudmassan av den norrländska träindustriens virkesbehov men där man icke lyckats åstadkomma nöjaktig återväxt. Vid strävandena att erhålla ny skog måste stor uppmärksamhet ägnas de risker och kalamiteter av olika slag, som hota den uppkommande förnyringen. Vad i synnerhet sådana höjdlägen beträffar, där tallen är det dominerande trädslaget, har förekomsten av snöskytte sedan lång tid utgjort ett synnerligen allvarligt förnygringshinder. Kravet på en allsidig utredning av snöskyttetsvampens biologi samt eventuellt möjliga metoder att bekämpa densamma har därför alltmera gjort sig gällande.

Tidigare har snöskyttet varit föremål för ett flertal undersökningar i vårt land, först av LAGERBERG (1912) och därefter i synnerhet av SJÖSTRÖM (1937, 1946) samt MATTSSON MÅRN och NENZELL (1941—1944).

Med hänsyn till snöskyttetsvampens natur och förekomstssätt erbjuder snöskytteproblemet utomordentligt stora svårigheter. Ännu kan därför icke något definitivt svar lämnas rörande alla problem i synnerhet beträffande snöskyttets bekämpande — hithörande frågor måste ytterligare studeras i samband med de allt talrikare skogsodlingarna. Den föreliggande avhandlingen framlägges emellertid redan nu med hänsyn till snöskyttefrågans aktualitet. Arbetet åsyftar i främsta rummet att lämna en på experimentella undersökningar grundad redogörelse för de faktorer, som under olika förhållanden utöva inflytande på snöskyttets uppträdande. En säker kännedom om snöskyttetsvampens livsbetingelser utgör också en nödvändig förutsättning för

bedömandet av vilka förebyggande åtgärder, som under olika förhållanden äro möjliga och lämpliga att vidtaga.

De här redovisade undersökningarna påbörjades redan sommaren 1936 genom studier av snöskyttets uppträdande i två olika plantskolor samt på tallhedar i Västerbotten och fortsattes sedermera (1940—1942) i samarbete med Bergvik och Ala Nya Aktiebolags skogsförvaltning inom Los socken i norra Hälsingland (jfr BJÖRKMAN 1942). Under åren 1943—1945 utfördes experimentella undersökningar med tacksamt mottaget bidrag från Fonden för skogsvetenskaplig forskning i Västerbotten och Norrbotten samt i Jämtland och nordvästra Dalarna. Vissa laboratorieundersökningar utfördes under samma tid dels på Skogshögskolans mykologiska laboratorium, dels vid Institutionen för fysiologisk botanik i Uppsala. År 1945 upptogs snöskyttefrågan på Skogsforskningsinstitutets arbetsprogram och har under förf:s tjänstgöring vid nämnda institut 1945—47 varit föremål för undersökning dels i fält, dels i laboratoriet.

Då denna avhandling härmed framlägges, är det mig en angenäm plikt att uttala ett tack till dem, som på olika sätt främjat arbetet och varit förf. behjälpliga. I första rummet vill jag härvid vända mig till prof. TORSTEN LAGERBERG, vars sakkunskap och livliga intresse för snöskyttefrågan varit av utomordentligt stort värde för undersökningen.

Till prof. ELIAS MELIN uttalar jag mitt varma tack för de möjligheter som beretts att utnyttja den moderna utrustningen på Institutionen för fysiologisk botanik i Uppsala. Likaså tackar jag chefen för Statens växtskyddsanstalt fil. dr THORE LINDFORS för välvilligt tillstånd att utföra vissa temperaturundersökningar i anstaltens kylanläggningar. Till dr HARRY EKSTRAND, som vid dessa undersökningar varit förf. behjälplig med goda råd och stort tillmötesgående, vill jag även uttala ett varmt tack.

Vidare vill jag hjärtligt tacka prof. LARS TIRÉN för samarbete beträffande snöskytteproblemets rent skogliga aspekter. I detta avseende står jag även i tacksamhetsskuld till flera andra skogsmän, bland vilka särskilt må nämnas överjägmästare AXEL ELGSTRAND samt jägmästarna LUDVIG MATSSON MÅRN, HARALD SJÖSTRÖM, ERIC STEFANSSON och J. E. WRETTLIND.

För hjälp vid anskaffande av tall- och granfrö av olika proveniens tackar jag prof. NILS SYLVÉN och docent OLOF LANGLET.

Slutligen vill jag också uttala ett tack till skogsmästare OSCAR HENRIKSSON i Vindeln, som med osvikligt intresse och skicklighet handhaft en stor del av de experimentella fältundersökningarnas utförande och övervakande under flera vintrar. Även till kronojägare CARL SJURSVENS i Bunkris i Älvdalen och herr HJALMAR SANDGREN i Rosinedal, Degerfors, uttalar jag ett tack för värdefull hjälp vid temperatur- och snömätningar.

Stockholm i mars 1948.

ERIK BJÖRKMAN

## INNEHÅLL

	Sid.
I. Snöskyttesvampens utseende och förekomst i värdväxten.....	5
Försök med infektion av olika barrträdsarter.....	9
II. Snöskyttesvampens infektionsbiologi.....	12
A. Sporeernas mognad och groningen.....	12
B. Renodling av snöskyttesvampens mycel.....	17
C. Infektionsmycelets räckvidd och tidpunkten för infektionen.....	17
1. Försök rörande snöskyttemycelets utbredning under vintern....	17
2. Försök rörande snöskytteangreppets omfattning efter infektion vid olika tidpunkter.....	23
3. Försök rörande snöskyttets utveckling på olika djup i snön efter infektion vid olika tidpunkter.....	31
III. Snöskyttesvampens livsbetingelser.....	33
A. Temperaturens betydelse.....	33
1. Laboratorieförsök.....	33
2. Snötäckets tjocklek samt temperaturen i snön.....	42
3. Tjälbildning.....	48
Försök rörande snöskyttesvampens utveckling vid tidig och sen tjälbildning.....	49
4. Snötäckets djup och marktjärens utbildning på nord- och sydsluttning.....	54
B. Fuktighetens betydelse.....	61
Försök rörande snöskyttets utveckling i under vintern nyangripna tallkvistar fritt upphängda i luft av olika relativ fuktighet.....	62
C. Fältförsök belysande temperaturens och fuktighetens betydelse....	65
1. Infektion med mycel.....	65
2. Infektion genom sporer.....	69
D. Om snöskyttesvampens näringskrav.....	72
1. Försök med olika kolkällor.....	72
2. Försök med olika kvävekällor.....	73
E. Om snöskyttesvampens utveckling vid olika pH.....	76
F. Om snöskyttesvampens beroende av tillväxtämnen.....	78
G. Om orsakerna till snöskyttets olika regionala utbredning och periodiska uppträdande.....	79
IV. Olika tallproveniensers resistens mot snöskytteangrepp.....	81
1. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 1—2-åriga tallplanter av olika proveniens i plantskola i Västerbotten.....	81
2. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 6—7-åriga tallplanter av olika proveniens i kultur på hygge, Jämtland.....	83
3. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 4-åriga tallplanter av olika proveniens i försöksplantering i Sundmo, Ångermanland.....	85
V. Om snöskyttets betydelse som plantdödare på tallmarker i övre Dalarna och Norrland.....	89

	Sid.
VI. Olika möjligheter och metoder att bekämpa snöskytte.....	93
A. Skogliga åtgärder mot snöskytte.....	93
1. Huggningsformens betydelse för snöskytteangrepp efter avverkningen.....	95
2. Hyggesbehandlingen.....	99
3. Trädslagsval med hänsyn till terrängförhållandena.....	102
4. Val av tallproveniens.....	102
5. Val av skogsodlingsmetod.....	103
B. Kemiska bekämpningsmetoder.....	104
1. Besprutningsförsök med olika preparat mot snöskytte hos 1—2-åriga tallplantor i plantskola.....	106
2. Besprutningsförsök med olika preparat mot snöskytte hos 4—7 dm höga tämligen oväxliga tallplantor under fröträdsställning på tallhedshygge.....	108
3. Besprutningsförsök med olika preparat i olika koncentrationer och vid olika tidpunkter mot snöskytte i omkr. 10-åriga tallsådder i god utveckling.....	109
VII. Andra svampsjukdomar med liknande uppträdande som snöskytte....	111
Sammanfattning.....	119
Anförd litteratur.....	125
Summary.....	129

## I. Snöskyttesvampens utseende och förekomst i värdväxten

Snöskyttesvampen, som tillhör familjen *Phacidiaceae* bland Ascomyceterna, beskrevs först från Finland av KARSTEN (1886) under namn av *Phacidium infestans* Karst. Svampen är känd från de nordliga delarna av både Europa, Asien (ned till södra Ural, OL 1909, SJÖSTRÖM 1937) och Amerika (FAULL 1929, 1930). I Sverige iakttogs den för första gången av SCHOTTE i Bjurfors i norra Västmanland år 1896. I Europa och Asien har endast *Pinus silvestris* L. säkert uppgivits som värdväxt, medan däremot i Amerika ett flertal barrträd uppgivits kunna bli allvarligt skadade av svampen. Vissa försök, för vilka senare skall redogöras, ha visat, att svampen även i Sverige kan angripa andra trädslag, men av egentlig betydelse äro endast angreppen på tall.

Rörande svampens utveckling inom värdväxten har denna särskilt behandlats av LAGERBERG (1912, 1915), som framhåller såsom mest sannolikt, att infektionen sker genom klyvöppningarna på barren (fig. 1), från vilka mycelet sedermera övergår till skottdelarna, som härigenom dödas. Infektionen sker under hösten, men sjukliga förändringar hos barren framträda först följande vår efter snösmältningen, då de angripna barren snart antaga en varmt brun färg. Under sommaren blekas barren under inverkan av solljuset för att under hösten bli mer eller mindre rent grå och samtidigt ytterst spröda. Tallbarren sitta emellertid normalt kvar på skottdelarna hela första året efter infektionen, varigenom snöskyttet i princip skiljer sig från andra liknande sjukdomar, t. ex. det vanliga tallskyttet (*Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev.) Barr angripna av denna svamp fällas nämligen omedelbart efter snösmältningen och bli liggande i en liten hög (ty. Schütte) under plantorna, varför den av *Lophodermium* framkallade sjukdomen gör mera skäl för namnet skytte än snöskyttet. — Apothecierna synas först såsom svarta punkter under barrrens epidermis men framträda så småningom som små upphöjningar från barrrens yta, vilka under hösten brista upp, vilket vanligen sker genom 4 flikar (jfr LAGERBERG 1915, BJÖRKMAN 1942). Se fig. 2—4. Apotheciet beklädes på insidan av en svartbrun hyfvävnad, som omgiver det ofärgade hymeniet. Sporsäckarna innehålla 8 långsträckta, svagt njurformade och färglösa sporer omkr. 20  $\mu$  långa och omkr. 7  $\mu$  breda (fig. 5, jfr för övrigt NANNFELDT 1932 och TERRIER 1942).

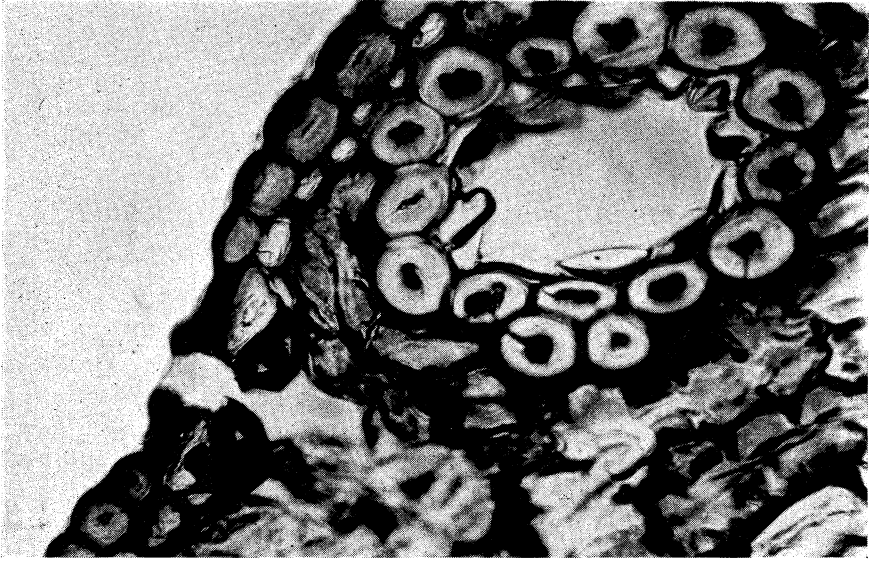


Fig. 1. Klyvöppning (t. v.) på tallbarr. Genom dylika klyvöppningar kan snöskytte-mycelet intränga i barren. 350 x.  
Stoma (left) of pine-needle. The mycelium of *Phacidium infestans* may enter the needles through such stomata. 350 x.

Tallplantornas reaktion vid angrepp av snöskytte visar flera intressanta drag. En förutsättning för angrepp är sålunda, att barren under vintern varit inbäddade i snö. Mycket ofta är endast toppen, i synnerhet av gängliga plantor, angripen, vilket alltid har sin orsak i att dylika plantor varit nedböjda under snön. Om infektionen skett t. ex. mitt i barmmassan på en sidogren, dödas i regel alla barren på denna, och grenen torkar så småningom. Mycket ofta inträffar det emellertid, att icke hela grenen torkar utan att nya skott utvecklas längst ut i den friska delen på denna. Särskilt vanlig är utbildningen av små gröna kortskott med barr i de nedanför de angripna delarna belägna grenvinklarna (se fig. 6, t. v.). En annan form av kompensatorisk utbildning av barrskruden vid snöskytteangrepp är den mycket kraftigare utbildningen av barren på icke angripna skott än vad som skulle ha förekommit, om plantan icke alls varit skadad av snöskytte (fig 6, t. h., plansch 1). Även om en planta fått hela sin barrskrud dödad av snöskyttesvampen, kan i vissa fall toppknoppen utveckla små barrknippen tillräckligt stora för att hålla plantan vid liv. Om angreppet drabbat mindre hårt, kan det ofta sätta spår efter sig i form av kortare barr på toppskottet (plansch 1). Snöskyttet angriper levande barr av alla åldrar, således även gröna barr på gamla träd, som ligga omkullblåsta på marken.

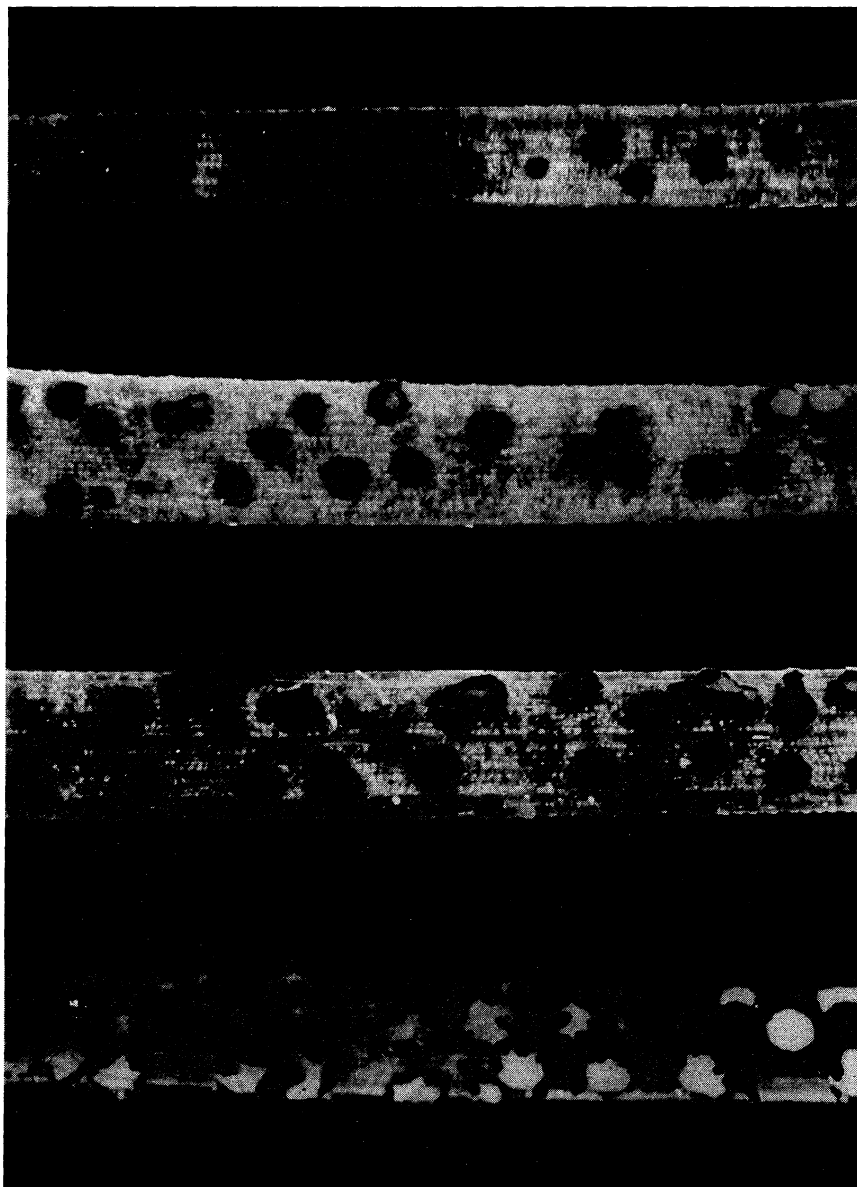


Fig. 2. Utvecklingen av fruktkroppar (apothecier) av *Phacidium infestans* på tallbarr vid olika tidpunkter, *uppfifrån och ned* resp. 15 juli, 15 aug., 15 sept. och 15 okt. 12 x.

The development of fruiting-bodies (apothecia) of *Phacidium infestans* on pine needles at different times, *from above downwards* July 15, Aug. 15, Sept. 15 and Oct. 15 resp. 12 x.



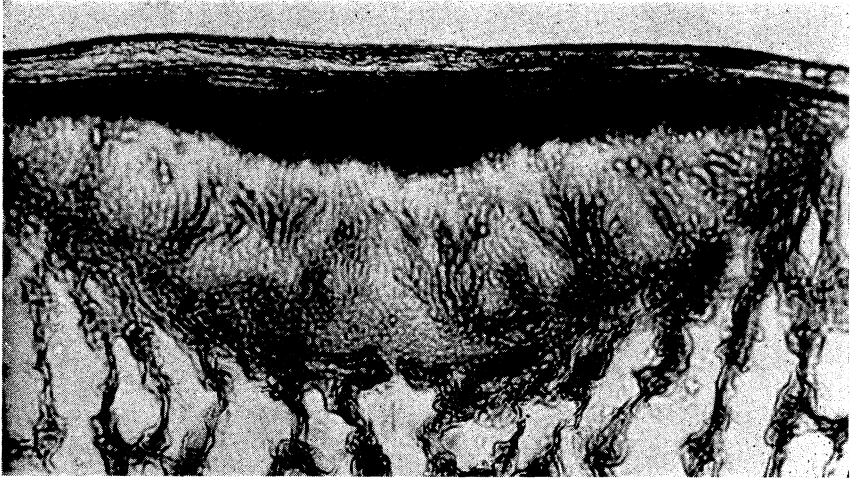


Fig. 3. Fruktkropp av *Phacidium infestans* under anläggning. Ascus-anlagen på samma utvecklingsstadium gruppvis anordnade. 15 aug. 1944. Jfr fig. 2. 215  $\times$ .

Fruiting-body of *Phacidium infestans* during formation. The rudiments of the asci at the same phase of development are grouped together. Aug. 15, 1944. Cf. Fig. 2. 215  $\times$ .



Fig. 4. Öppnad och upphöjd fruktkropp av *Phacidium infestans* med sporfyllda asci. 15 sept. 1944. Jfr fig. 2. 150  $\times$ .

Open and elevated fruiting-body of *Phacidium infestans* with spore bearing asci. Sept. 15, 1944. Cf. Fig. 2. 150  $\times$ .

Beträffande olika värdväxter för snöskyttesvampen föreligga olika uppgifter. I Europa och Asien har sålunda såsom förut nämnts sedan gammalt endast tallen (*Pinus silvestris*) ansetts bli föremål för angrepp. MATSSON MÄRN & NENZELL (1941) anse dock, att även granbarr angripas av svampen. För

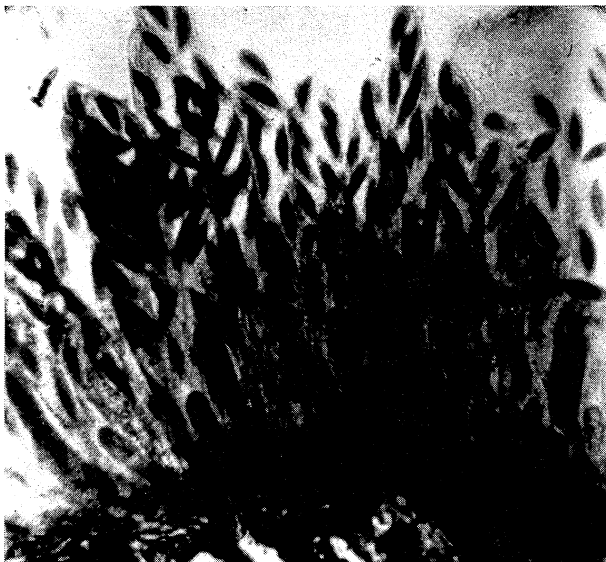


Fig. 5. Detaljbild av sporsäckar med mogna sporer i frukt-kropp av *Phacidium infestans*. Jfr fig. 4. 420  $\times$ .  
Detail of asci with ripe spores in a fruiting-body of *Phacidium infestans*. Cf. Fig. 4. 420  $\times$ .

Amerika uppger FAULL (1929, 1930), att *Phacidium* förekommer förutom på *Pinus*-arter även på *Abies*- och *Picea*-arter. WEIR (1913) har dessutom funnit *Phacidium* på *Pseudotsuga taxifolia* (Poir) Britton och benämner denna form *Phacidium infestans* var. *abietis*. Alla arter äro dock icke lika mottagliga. FAULL är emellertid tveksam, om det i samtliga fall är *Phacidium infestans*, som förorsakat skadorna, och framhåller såsom sannolikt att det rör sig om två eller flera former av arten ifråga.

För att vinna klarhet i dessa problem utfördes vintern 1944—1945 vissa infektionsförsök med användning av ett flertal olika barrträdsarter. Såsom i det följande närmare skall behandlas är det synnerligen lätt att infektera friska tallkvistar med snöskytte genom att under hösten påbinda smittade barr på kvistarna och därefter sörja för att de under vintern befinna sig under snötäcket (jfr SJÖSTRÖM 1937, NENZELL 1942). Enligt denna metod utfördes sålunda följande försök.

#### Försök med infektion av olika barrträdsarter

I mitten av november 1944 avbrötos c:a 5 dm långa kvistar av ett antal olika barrträd, odlade i Skogshögskolans park samt i Uppsala botaniska trädgård, och sändes i skyddad förpackning till Vindeln i Västerbotten. Här infekterades kvistarna genom påbindning ungefär på mitten av en mindre tall-

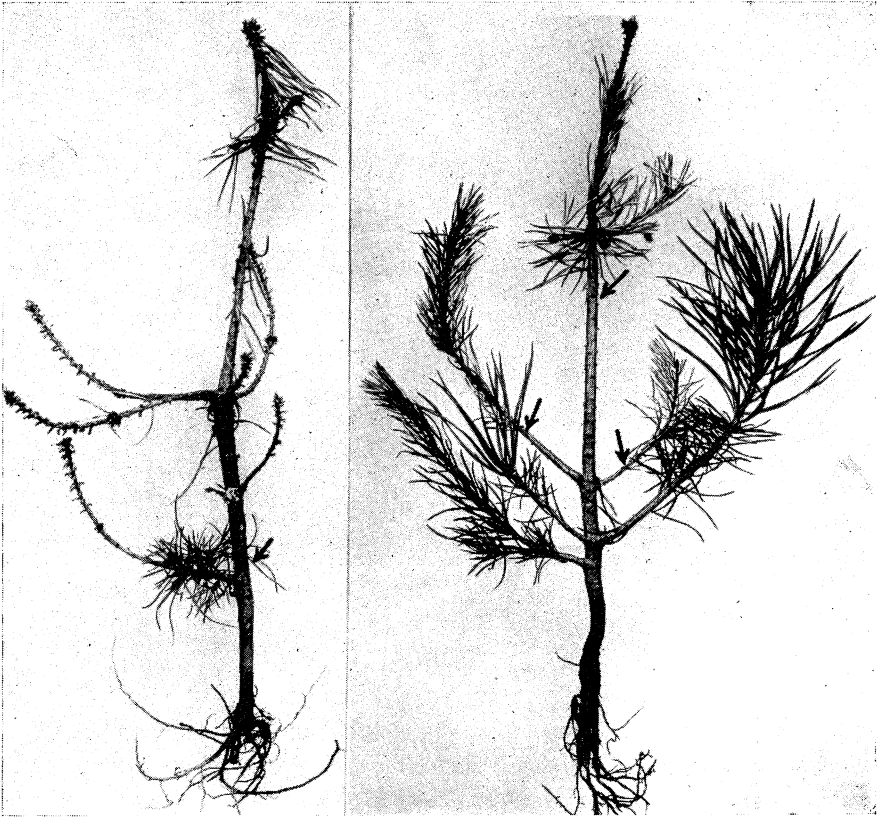


Fig. 6. *T. v.* Av snöskytte nästan dödad tallplanta. Längst ned ett levande nyutvecklat skott; ovanför detta (vid pilen) är stammen död.

*T. h.* Starkt snöskytteangripen tallplanta (död ovanför pilarna). På de icke angripna nedre sidogrenarna (särskilt t. h.) ha barrn fått en onormalt kraftig utveckling. Kronoparken Torresjölandet, Jämtland. Aug. 1944.

*Left:* Pine seedling almost killed by snow blight. At the bottom a living interfoliar shoot; above this shoot (the arrow) the stem is dead.

*Right:* Pine seedling heavily affected by snow blight (dead above the arrows). The needles on the twigs not affected by the disease (the lower lateral shoots especially to the right) have attained an abnormally high grade of development. Torresjölandet, Jämtland. Aug. 1944.

kvist (ca 5 cm lång) med av snöskytte under föregående vinter angripna barr försedda med mogna apothecier, som enligt undersökning innehöll sporer. Infektionsbarrn påbundos alltid i direkt kontakt med den friska kvistens barr. Härefter utlades samtliga kvistar med 1 m mellanrum på en gräsplan, där de fingo kvarligga hela vintern. Följande vår granskades kvistarna mycket noga för att söka fastställa det eventuella snöskytteangreppets utbredning. Som förut nämnts ger sig ett snöskytteangrepp hos tallen vid denna tid tillkänna genom en gråbrun fläckighet hos barrn, vilka efter någon tid få en mera rödbrun färgton. Att med 100 %-ig säkerhet avgöra huruvida en missfärgning

**Tab. 1.** Omfattningen av snöskytteangrepp på barr av kvistar av olika trädslag, infekterade med *Phacidium infestans* genom påbindning av infekterade tallbarr den 7 nov. 1944 och därefter utlagda på marken under snön hela vintern 1944/45. Kvistarna granskade den 3 maj 1945. Vindeln.

Snow-blight attack on needles on twigs of various tree species, infected with *Phacidium infestans* by attaching pine needles infected with the fungus to them. The twigs were infected on Nov. 7, 1944 and put out on the ground under snow during the winter season 1944/45. The twigs were inspected May 3, 1945. Vindeln (64°11' Lat. N).

Trädslag Species	Angreppets diameter, mm Diameter of attack in mm	Anm. Remarks
<i>Taxus baccata</i> L. ....	0	
<i>Juniperus communis</i> L. ....	3	obetydlig färgförändring slight colour change
<i>Sabina</i> L. ....	13	barren grå gray needles
<i>Thuja occidentalis</i> L. ....	0	
<i>Pseudotsuga taxifolia</i> (Poir) Britton ....	0	
<i>Tsuga canadensis</i> Carr. ....	0	
<i>Abies balsamea</i> Mill. ....	2	8 barr gråbruna 8 needles grayish brown
<i>sibirica</i> Ledeb. ....	—	barren avfallna needles shed
<i>concolor</i> (Gord.) Engelm. ....	0	6 barr gråbruna 6 needles grayish brown
<i>Picea Abies</i> (L) Karst. ....	10	ett 30-tal barr gråbruna about 30 needles grayish brown
<i>pungens</i> Engelm. ....	0	5 barr gråbruna 5 needles grayish brown
<i>Engelmannii</i> (Parry) Engelm. ....	16	
<i>Pinus silvestris</i> L. ....	260	normalt angrepp hos tall attack normal for pine
<i>nigra</i> Arnold. ....	140	
<i>Mugo</i> Turra. ....	200	
<i>ponderosa</i> Laws. ....	170	
<i>Cembra</i> L. ....	72	
<i>Strobus</i> L. ....	15	

av barren under våren verkligen är orsakad av snöskytte är icke möjligt, men å andra sidan kan man enligt vad erfarenheten visat med mycket stor sannolikhet fastställa ett begynnande snöskytteangrepp på tallbarr redan vid denna tidpunkt. I tab. 1, vari försökets resultat sammanställts, har sålunda en färgförändring av samma slag som hos infekterad *Pinus silvestris* förekommande hos övriga trädslag angivits såsom ett begynnande snöskytteangrepp.<sup>1</sup> Av varje undersökt trädslag användes 3 kvistar. De i tab. 1 angivna siffrorna för angreppets diameter utgöra sålunda medeltal av 3 observationer.

<sup>1</sup> Fruktkropps bildning var i försöket icke att påräkna, beroende på att uttorkningen i kvistarna under sommaren blev för stark för att mycelet skulle kunna fortsätta sin tillväxt (jfr följ.). Icke ens genom förvaring av försökskvistar i en fuktig källare under sommaren kunde på infekterade barr några fruktkroppar iakttas vare sig hos *Pinus silvestris* eller något annat undersökt trädslag.

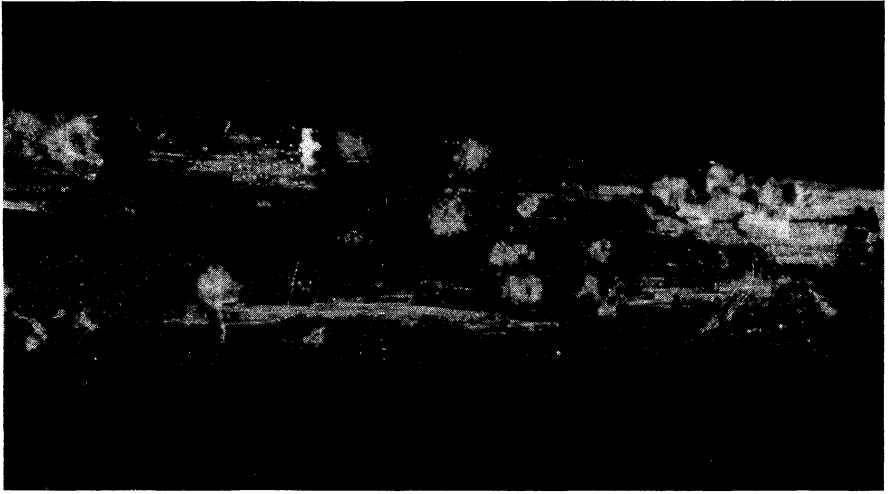


Fig. 7. Mogna apothecier av *Phacidium infestans* på tallbarr. Svampens mycel utväxer direkt från fruktkropparna. 5 ×.

Mature apothecia of *Phacidium infestans* on pine needle. The mycelium of the fungus starts growing directly from the fruiting-bodies. 5 ×.

Såsom av tab. 1 framgår angreps den vanliga tallen (*Pinus silvestris*) mycket starkt av snöskytte efter direkt infektion, men även övriga *Pinus*-arter erhöilo tydliga angrepp, företrädesvis de 2-barriga. *Abies*-arterna angrepos knappast alls och *Picea*-arterna endast mycket obetydligt. Den vanliga granen (*Picea Abies*) erhöil dock fullt påtagliga skador. Även *Juniperus* synes kunna angripas av snöskytte ehuru endast synnerligen svagt (jfr VLEUGEL 1911).

I det följande behandlas endast angreppen på tall, vilka för svenska förhållanden äro de enda, som ha praktiskt intresse. Snöskytteangrepp på gran skola emellertid senare ytterligare något beröras.

Den stora skillnaden mellan angreppsintensiteten på *Pinus*-arter å ena sidan och *Picea*- och *Abies*-arter å den andra synes understryka riktigheten av FAULLS förmodan att olika former eller till synes morfologiskt mycket överensstämmande *Phacidium*-arter förekomma. I Sverige torde man emellertid icke behöva räkna med mer än en och av allt att döma en mycket enhetlig art, den från Finland först beskrivna *Phacidium infestans*.

## II. Snöskyttesvampens infektionsbiologi

### A. Sporernas mognad och groning

Enligt vad utförda mikroskopiska och groningsfysiologiska undersökningar under flera år visat, äro sporerne hos *Phacidium infestans* i allmänhet mogna

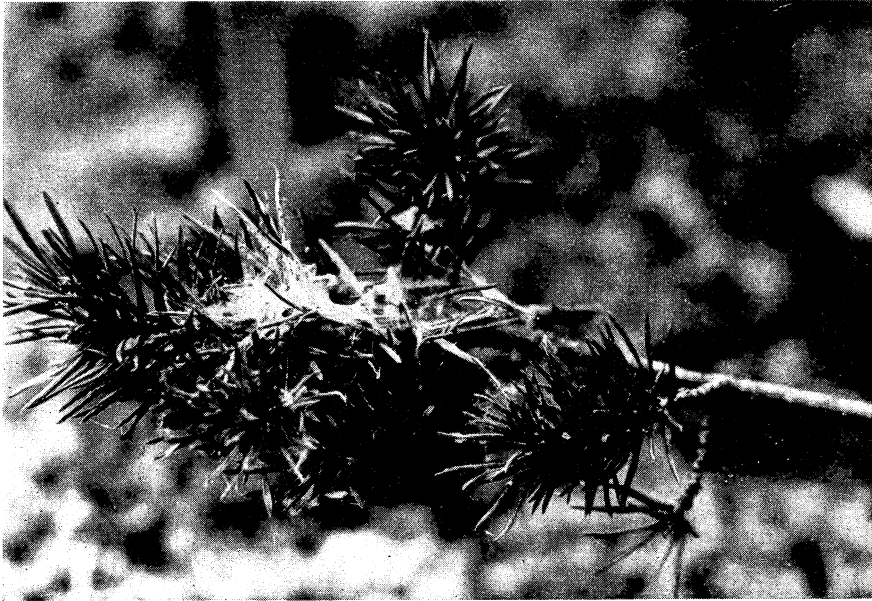


Fig. 8. Mycel av snöskyttesvampen utvecklat ur groende sporer i apothecierna på infektionsbarr. Från en tallplanta förvarad under trälåda på Rosinedalsheden, Degerfors socken, Västerbotten. Mycelet utväxt redan den 15 oktober, 1944.  
Snow-blight mycelium originating from spores growing in the apothecia on needles used for infection. Taken from a pine seedling kept under a wooden box at Rosinedal, Degerfors, Västerbotten. The mycelium was fully developed already on October 15, 1944.

i slutet av september eller i början av oktober. A priori är det därför också sannolikt, att sporererna spridas och gro vid denna årstid. Så har också vid direkta undersökningar visat sig vara fallet. I den mån apothecierna äro fullt utvecklade — betingelserna härför skola senare närmare behandlas — kunna sporererna föras ut och omedelbart infektera friska barr i omgivningen.

Huru långt sporererna kunna spridas och under vilka betingelser detta sker var under höstarna 1944 och 1945 föremål för experimentella undersökningar bl. a. genom utsättning av petriskålar med maltagar, på vilka locket hölls avtaget under resp. 5, 10 och 15 minuter. Skålarna uppställdes på olika höjd över marken, dels mitt bland snöskytteangripna tallplantor, vilkas barr voro försedda med mogna apothecier, dels ute på ett kalhygge på olika avstånd från hyggeskanten. Försöken utfördes dels vid torr och dels vid fuktig väderlek samt vid olika vindförhållanden. Då försöken ännu icke givit samstämmiga resultat, måste ytterligare undersökningar utföras, innan säkra slutsatser kunna dragas. Så mycket kan emellertid redan nu framhållas, att sporspridningen i regel icke synes ske särskilt långa sträckor, men å andra sidan ha snöskyttesporer grott i skålar placerade mitt ute på ett bränt kalhygge c:a 60 m från närmaste infektkälla. Detta inträffade under fuktigt väder, då dess-

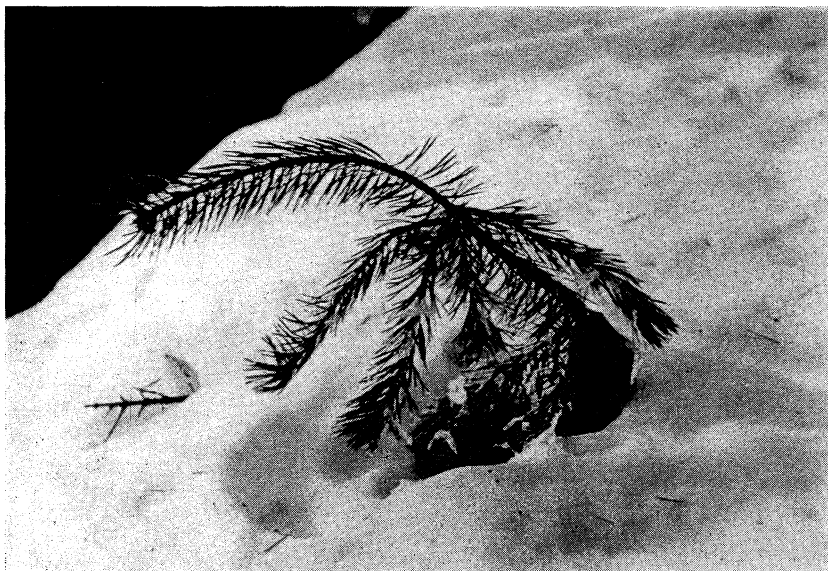


Fig. 9. Under vintern nedböjd snöskytteangripen tallplanta, frilagd vid snösmältningen. En gråvit beläggning av *Phacidium*-mycel synes på de av snöskytte dödade barrpartierna. Los, Hälsingland, maj 1942.

Pine seedling affected by snow blight. The plant was bent down during the winter and was laid bare at the thawing of the snow. A grayish-white coating of *Phacidium* mycelium is seen on the needles killed by the fungus. Los, Hälsingland, May 1942.

utom vindstyrkan var relativt hög. Snöskyttets spridning genom sporer torde sålunda vara underkastad stora växlingar år från år beroende på tillfälliga väderleksvariationer. Vissa år kan det t. o. m. inträffa, att sporspridning praktiskt taget icke förekommer — i varje fall icke längre sträckor — medan andra år mycket vidsträckta områden kunna bli infekterade. Att snöskytte-svampens sporer verkligen kunna spridas lång väg visar också sjukdomens uppträdande. Sålunda förekommer snöskytte praktiskt taget över hela Norrland i högre belägna trakter. Även om snöskytte inom vissa områden endast förekommer i begränsad omfattning, brukar dock alltid någon eller några tallplantor kunna uppletas, som äro angripna (jfr NENZELL 1942, BJÖRKMAN, 1944, 1945, MATSSON MÄRN & NENZELL 1944, STOLTENBERG 1945). Förf. har dessutom på lågfjäll i Härjedalen anträffat av snöskytte infekterade småtallar växande enstaka på flera hundra meters avstånd från varandra. Den mer eller mindre oregelbundna eller periodiska förekomsten av snöskytte, som ofta kan konstateras även inom typiska snöskytteområden, torde därför i regel mera vara att hänföra till variationer i betingelserna för svampens utveckling än till olika stark sporinfektion.

Sedan sporerne spritts och fastnat på barren, sker i vanliga fall groningen icke omedelbart, ty härför kräves av allt att döma praktiskt taget mättad



Fig. 10. Typiskt snöskytteangrepp hos väl utvecklad tallplanta under våren. *Längst ned* barr dödade under vintern före den näst föregående (gråvita, deformerade, delvis avfallna barr) och *längre upp* färskt angrepp under föregående vinter (rödbruna, kvarsittande barr). Observera det tydliga strax efter snösmältningen intorkade *Phacidium*-mycelet på nyangripna barrpartier. *Längst upp* gröna, friska barr. Los, april 1943.

Typical snow-blight attack in spring on well developed pine seedling. *At the bottom* needles killed two winters ago (grayish-white, deformed, partly shed needles) and *higher up* fresh attack during the preceding winter (reddish-brown remaining needles). Note the distinct *Phacidium*-mycelium on the freshly infected needles, which dried immediately after thaw. *At the top* green, unaffected needles. Los, April 1943.

luftfuktighet, som i varje fall icke konstant råder i luften ens under regniga höstar. Sedan snön kommit och inbäddat de sporinfekterade barren i en omgivning, som icke lämnar något övrigt att önska med avseende på hög fuktighet, begynner emellertid groningen omedelbart, varvid det ovan omtalade



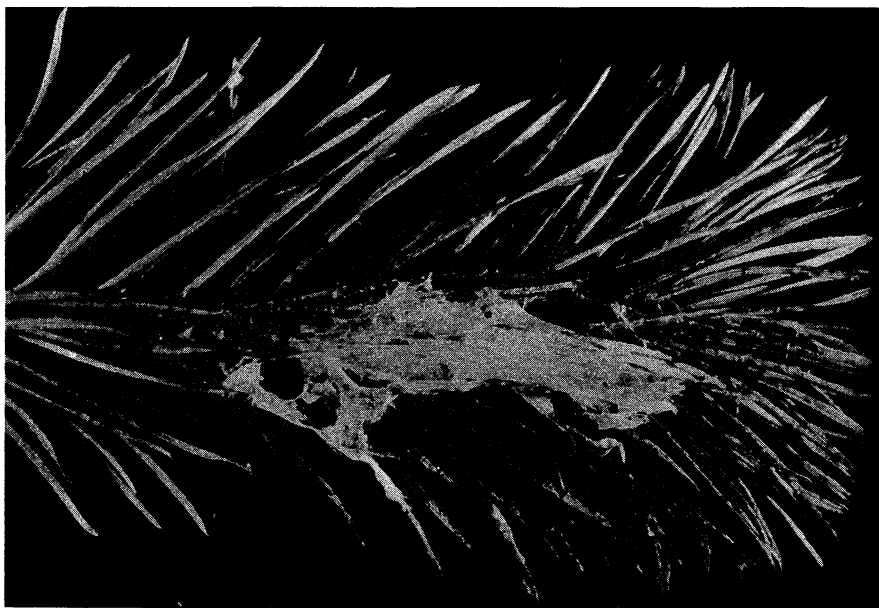


Fig. 11. Snöskyttemycel på under vintern angripen tallkvist, nyss blottlagd vid snösmältningen. Los, Hälsingland, maj 1941.

Snow-blight mycelium on pine twig affected during the winter and newly uncovered during thaw. Los, Hälsingland, May 1941.

gråvita mycelet utväxer över barren. Själva inträngandet i dessa sker såsom förut nämnts sannolikt genom klyvöppningarna.

Även under förutsättning att sporspridningen på grund av ogynnsamma väderleksförhållanden i mer eller mindre hög grad förhindras, kunna dock sporererna gro utan att ha lämnat apothecierna, vilket innebär, att det gråvita mycelet växer fram ur dessa över de under föregående vinter dödade barren och så småningom når friska barr, som då infekteras (fig. 7, jfr MATTSSON MÅRN 1944).

Att luftfuktigheten har en mycket stor betydelse för sporens groning visades av ett försök, som senare närmare skall behandlas, med påbindning av några snöskytteangripna barr med mogna sporer på friska, c:a 4 dm höga tallplantor. Denna artificiella infektion utfördes i början av oktober, varefter täta trälådor utan lock med botten uppåt sattes över försöksplantorna. Härigenom blev luften under lådorna fuktighetsmättad, och redan c:a 10 dagar efter »infektionen» kunde ett gråvitt mycel, som utväxte över de friska plantornas barr, iakttagas (fig. 8).<sup>1</sup> Att detta mycel verkligen tillhörde snöskytte-svampen kunde sedermera bekräftas i laboratoriet.

<sup>1</sup> I mikroskop kunde tydligt iakttagas, att det ur apothecierna framväxande mycelet härstammade från groende sporer.

## B. Renodling av snöskyttesvampens mycel

I maj 1940 insamlades i Los socken av jägmästare G. NENZELL några under vintern av snöskytte infekterade tallbarr och tillsändes förf. för renodlingsförsök. Det visade sig härvid, att ur några av de undersökta barren ett gråvitt mycel växte fram, som sedermera genom direkta infektionsförsök på friska plantor under nästa vinter kunde framkalla typiskt snöskytte och därför måste betraktas som identiskt med snöskyttesvampens mycel (se BJÖRKMANN 1942).

Upprepade försök vid snösmältningen ha under flera år även gjorts att er-hålla det ytligt på barren växande gråvita mycelet i renkultur, men dessa försök ha samtliga misslyckats. Även med iakttagande av den största nog-grannhet, såsom framtagning av angripna barr och tillhörande mycel direkt ur snön (fig. 9) med stor försiktighet och omedelbart införande av det gråvita mycelet med steriliserad ympnål i medförda kulturrör med maltagar eller på agarplattor, ha misslyckats. Endast andra mycel, företrädesvis tillhörande *Pullularia pullulans* (de Bary) Berkh., *Penicillium*-arter och *Torulopsidaceer* samt bakterier ha vuxit fram i samband med dessa försök. Denna erfarenhet gjordes även av GÄUMANN, ROTH & ANLIKER (1934, sid. 98) vid försök att renodla *Herpotrichia juniperina* (Karst.) — som har ett liknande förekomstsätt som *Phacidium infestans* — från det ytliga mycel, som utbreder sig på av denna svamp angripna träd's barr. *Herpotrichia* växer i likhet med *Phacidium* alltför långsamt för att kunna överflygla samtidigt närvarande hastigt växande saprofytiska mycel.

Att det gråvita mycelet, som vid snösmältningen inväver alla av snöskytte smittade barr (fig. 10 och 11), dock utan tvekan tillhör snöskyttesvampen, har visats genom andra renkultur-försök med samma mycel, som bringats att utväxa utan närvaro av snö (se sid. 19). Renodlingar av dylikt utväxande mycel på snöskytteangripna tallplantor ha lyckats både under höst (oktober) och vår (april).

## C. Infektionsmycelelets räckvidd och tidpunkten för infektionen

### I. Försök rörande snöskyttemycelelets utbredning under vintern

#### a. Iakttagelser i plantskolor

I en tallplantskola i Vindeln iakttofs år 1940 redan vid snösmältningen, att plantorna i stor utsträckning hade dödats under vintern och att ett gråvitt mycel utbredde sig just över de dödade plantorna (fig. 12). En undersökning av skadorna visade, att det var fråga om ett typiskt snöskytteangrepp uppkommet efter sporinfektion under föregående höst. Från de olika infektionspunkterna hade mycelet under vintern vuxit ut i alla riktningar, så att mer eller mindre regelbundet cirkelformiga angreppshärdar utbildats (fig. 13).



Fig. 12. Typiskt fläckvis uppträdande snöskytteangrepp i en plantskola. Observera det gråvita *Phacidium*-mycelet ovanpå angripna tallplantor, som just blottlagts vid snösmältningen. Vindeln, Västerbotten, 3 maj 1940. Foto O. Henriksson.  
 Typical snow-blight attack in a nursery, appearing patchwise. Note the grayish-white *Phacidium*-mycelium on the affected pine seedlings newly laid bare during the thawing. Vindeln, Västerbotten, May 3, 1940. Photography O. Henriksson.

Följande år hade angreppsyrtorna ytterligare förstörats genom mycelets fortsatta koncentriska tillväxt, varigenom i många fall samtliga plantor i parcellen blivit dödade (fig. 14).

Under både första och andra sommaren efter det primära angreppet uppmättes diametern på angreppshärdarna i den mån dessa kunde särskiljas från varandra. De primära angreppen visade sig härvid vara i medeltal 34 cm i diameter (tillväxtradien 17 cm). Den längsta uppmätta diametern uppgick till 52 cm. Under följande vinter blevo angreppen större med en tillväxtradien av i medeltal 22 cm.

I en annan plantskola i Kläppa invid Vindeln uppmättes på samma sätt snöskytteangreppens tillväxt under en följd av år (1944—1947). Även här visade det sig, att tillväxtradien ökade år från år, nämligen från i medeltal 19 cm första året till 46 cm den fjärde vintern. Orsaken till denna påtagliga ökning kan ej med säkerhet angivas, men troligen sammanhänger den med att snöskyttemycelet mellan de större tallplantorna har gynnsammare utvecklingsbetingelser (mera luft, högre värme under snötäcket (jfr följ.) än mellan de små mera tätt växande 1- och 2-årsplantorna.

**b. Växthusförsök i Uppsala 1941—1942**

Som försöksobjekt användes 2-åriga tallplantor odlade i krukor. Mitt i en del krukor inlades en agarkultur av snöskyttesvampen i oktober 1941, varefter krukorna placerades — nedgrävda till övre randen — i Möller-växthuset vid Institutionen för fysiologisk botanik i Uppsala. De infekterade krukorna placerades i en rad, och på varierande avstånd från dessa utsattes på samma sätt krukor med oinfekterade tallplantor. Över vardera en infekterad och en frisk kultur placerades sedermera i några fall en trälåda med botten uppåt. Över såväl otäckta som täckta plantor upplades senare snö under vintern till c:a 3 dm höjd över marken resp. ovanpå lådorna. Härigenom erhöll snöskyttesvampen gynnsamma utvecklingsbetingelser under vintern och åstadkoms möjlighet att undersöka, om snöskyttemycelet förmådde utväxa från de infekterade till de friska tallkulturerna på varierande avstånd från varandra. Användningen av lådor över vissa kulturer avsåg att möjliggöra ett direkt studium av svampens utbredning på sanden mellan krukorna oberoende av snön.

Såsom av fig 15 framgår visade det sig vid försökets avbrytande i april 1942, att snöskyttemycelet under lådorna utväxte synnerligen ymnigt i främsta rummet över de infekterade tallkulturerna men dessutom även spred sig på sanden till de friska plantorna. Det maximala avståndet mellan krukorna för att dessa plantor skulle nås av mycelet och nedsmittas utgjorde 20 cm. Omedelbart efter lådornas borttagande uttogos prov av det fria mycelet på de ursprungligen friska plantorna, vilket sedermera i renkultur visade sig vara snöskyttets mycel (fig. 16). Dessa prov voro av särskilt intresse, därför att det såsom förut nämnts aldrig lyckats att erhålla en renkultur av snöskyttesvampens mycel förekommande på skadade barr, som under vintern varit täckta av snö. Under lådorna har emellertid icke den i snön sekundärt uppträdande saprofytiska svampfloran, som snabbt synes »föra» snöskyttemycelet, förekommit.

Även de plantor, som direkt varit överskottade med snö, hade under vintern angripits av snöskytte, och mycelet hade även i detta fall spritt sig till krukorna med friska plantor, vilka nedsmittats, om de befunnit sig på högst 20 cm avstånd från krukorna med de infekterade tallplantorna.

**c. Plantskoleförsök i Vindeln 1943—1946**

I en särskilt för snöskytteförsök iordningställd plantskola i Vindeln (se fig. 17) anordnades ett liknande försök som det föregående men i detta fall med infektion av enstaka tallplantor placerade på 20 cm avstånd från friska plantor. Försöket ingick i en serie försökskombinationer med användning av sockerlådor, över vilka snö skottades till olika höjd och temperaturen uppmättes. Det visade sig i dessa försök, som här icke i detalj skola beskrivas, att

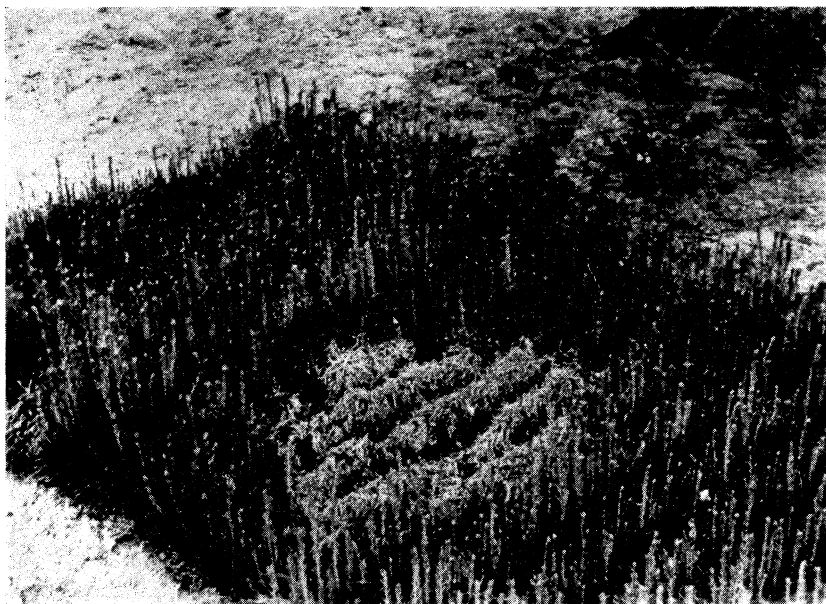


Fig. 13. Efter sporinfektion utvecklat angrepp av snöskytte i en parcell med 2-åriga tallplantor i en plantskola i Vindeln, juni 1940.

Snow-blight attack developed after infection of spores in a lot of two-year pine seedlings in a nursery at Vindeln, June 1940.

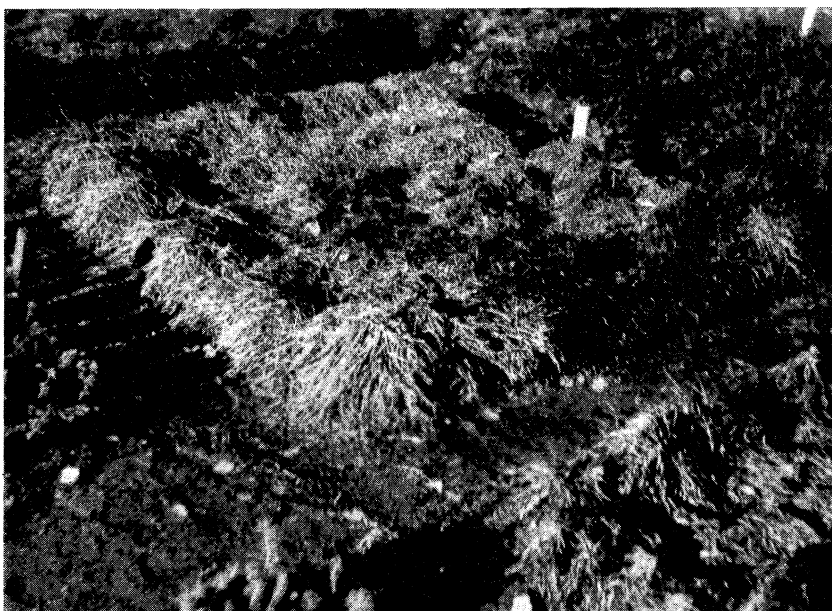


Fig. 14. Samma parcell som i fig. 13 följande år. Snöskytteangreppet har nu omfattat hela parcellen (genom utbredning av mycel från den ursprungliga infektionshärden under följande vinter). Alla plantorna döda. Vindeln, juni 1941.

The same lot as in Fig. 13, the following year. The snow-blight attack now embraces the whole lot (the mycelium has spread from the original infection centre during the winter following the infection). All plants have been killed. Vindeln, June 1941.



Fig. 15. Snöskyttemycel, inympat den 6 okt. 1941 i de mindre krukorna, vilkas tallplanter döddats, och under vintern utväxt över sanden till de större krukorna (avstånd från kant till kant 11—12 cm), vilkas planter delvis angripits. Krukorna voro under hela vintern täckta av en trälåda, som i sin tur hölls täckt med snö under högvintern 1941/42. Möller-växthuset vid Institutionen för fysiologisk botanik, Uppsala, mars 1942.

Snow-blight mycelium inoculated on Oct. 6, 1941 in the small pots, the seedlings in which were killed. During the winter the mycelium covered the distance over the sand (from rim to rim 11—12 cm) and partly attacked the seedlings in the large pots. During the whole winter the pots were covered with a wooden box, which itself was covered with snow during midwinter 1941/42. The Möller-greenhouse at the Institute of Physiological Botany, Uppsala, March 1942.

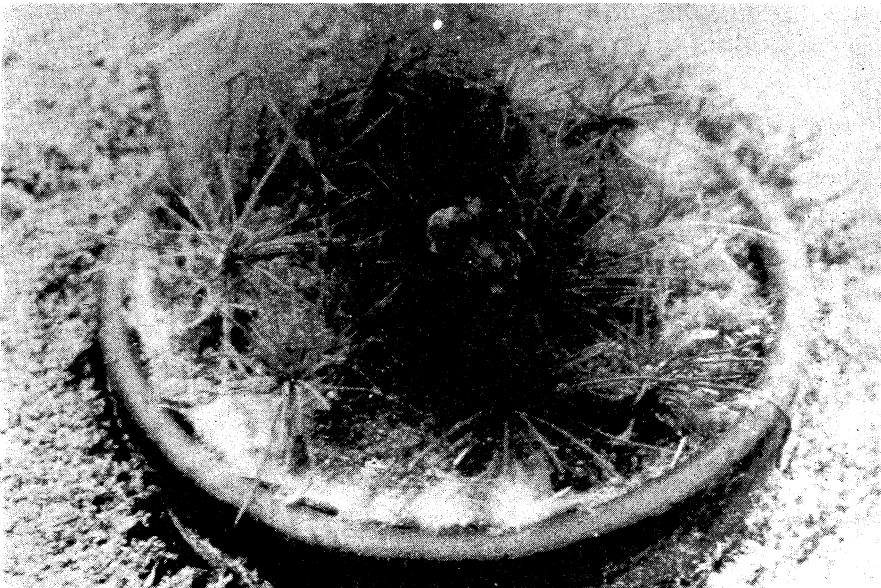


Fig. 16. Detaljbild av snöskyttemycelet i den mindre krukorna i förgrunden i fig. 15. Uppsala, mars 1942.

Detail of the snow-blight mycelium in the small pot in the foreground of Fig. 15. Uppsala, March 1942.



Fig. 17. Försöksplantskola för snöskytteundersökningar i Vindeln. Mars 1945.  
Experimental nursery for snow-blight researches at Vindeln, March 1945.

snöskyttesvampen växte från den infekterade plantan ned på marken där det bildades en cirkelformig mycelbeläggning med i medeltal 18 cm radie (se fig. 18).

I en c:a 10 m lång parcell i den tidigare nämnda för snöskyttestudier anlagda plantskolan i Kläppa vid Vindeln, där 3-åriga tallplantor omskolats på 10 cm avstånd från varandra, inympades i oktober 1944 snöskyttemycel på vissa plantor.<sup>1</sup> I maj följande år uppmättes snöskyttemycelets utbredning, registrerad genom angripna plantor runt omkring de infekterade plantorna. Härvid visade sig mycelet i samtliga fall ha utbrett sig till omgivande friska plantor på 10 cm avstånd från de infekterade plantorna och i vissa fall även till plantor på 20 cm avstånd, medan däremot plantor på 30 cm avstånd från infektionshärden icke nåtts av mycelet. Vid snösmältningen kunde på de angripna plantorna och på marken mellan dem det avdöende karakteristiska mycelet av snöskytte iakttagas. Försöket visar alltså, att det i snön och på marken växande snöskyttemycelet även på omskolade tallplantor i plantskolor kan framkalla samma spridningsbilder som uppstå i plantskolor med täta plantsådder (jfr fig. 12—14).

<sup>1</sup> Samtidigt inympades även andra mycel, som isolerats vid snösmältningen på markvegetation av olika slag (*Empetrum*, gräs, lingonris). Intet av dessa mycel (jfr följ.) förmodade dock åstadkomma någon som helst skada på tallplantorna (jfr BERRY & MAGOON 1934).

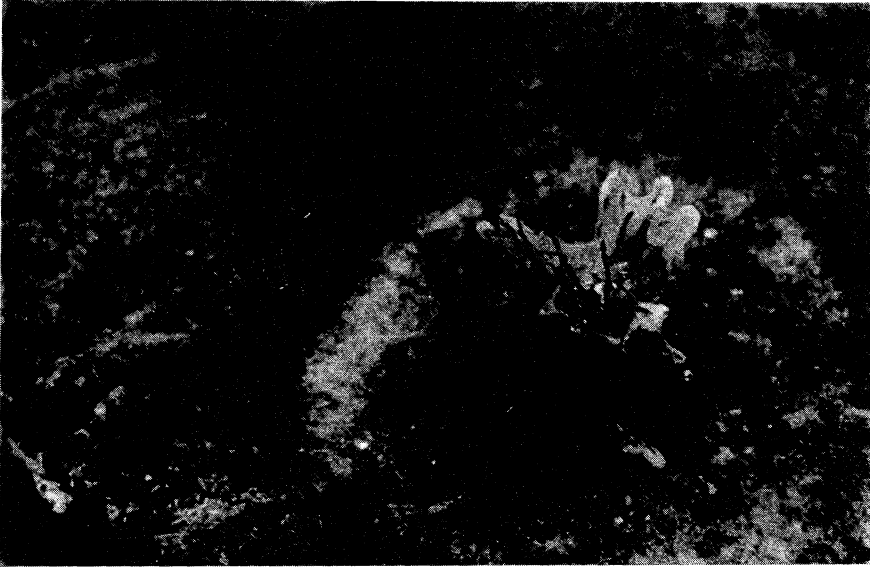


Fig. 18. Mycel av snöskyttesvampen, utväxt i en cirkel (radie 10 cm) runt den med mycel infekterade tallplantan i mitten, som förvarats under en snötäckt trälåda under vintern. Jfr fig. 17. Vindeln, mars 1945.

Snow-blight mycelium which has spread concentrically (radius of circle 10 cm) from the infected seedling in the middle, covered with a wooden box during the winter. Cf. Fig. 17. Vindeln, March 1945.

## 2. Försök rörande snöskytteangreppets omfattning efter infektion vid olika tidpunkter

Då sporererna mogna under hösten, är det naturligt att även infektionen sker denna årstid. Att sporererna under gynnsamma förhållanden verkligen gro på hösten har också såsom förut framhållits kunnat direkt påvisas (jfr även FAULL 1929). Det är därför i hög grad sannolikt, att det vid groningen framväxande mycelet, som först av FAULL (1930) och SJÖSTRÖM (1937) antogs ha förmåga att växa i snön från planta till planta, under gynnsamma förhållanden (se kap. III) omedelbart börjar angripa friska barr. MATTSSON MÄRN & NENZELL (1941—1943) göra däremot gällande, att snöskyttesvampens egentliga utbredning i snön skulle äga rum under snösmältningen på våren. Denna slutledning drogs dels på grund av snöskytteskadors storlek olika år (1941), dels på grund av vissa fältförsök. Sålunda göra dessa författare gällande, att en korrelation råder mellan snöskytteangreppets omfattning och majtemperaturen ( $r = -0,57$ ), vilket skulle kunna tolkas så att en kall maj och därmed lång snösmältningsperiod vore särskilt gynnsam för snöskyttets utveckling. Av direkta försök med påbindning av snöskytteinfekterade barr med mogna apothecier en gång i månaden (NENZELL 1942) framgick, att



starka nyangrepp erhöles av de infektionsbarr, som påbundits i oktober, november, december och januari, medan angreppen efter barr påbundna i februari och mars blevo betydligt mindre och påbindningarna i april och maj gävo helt negativa resultat (jfr även LANGLET opubl. iakttagelser). Icke heller genom att i början av april fastbinda under vintern tydligt snöskytteangripna barr på friska grenar, vilka därefter täcktes med snö, erhöles några snöskytteangrepp (NENZELL 1942, tab. 4). Dessa försöksresultat synas icke talå för att snöskyttesvampens vinterutbredning på allvar skulle börja först i samband med vinterns första egentliga töväder (l. c., sid. 88).

SJÖSTRÖM (1937, sid. 229—231) omtalar visserligen några fall, då påbindning av under vintern snöskytteangripna tallkvistar, framgrävda ur snön, på friska kvistar dels den 31 mars och dels den 1 april efter den påförda snöns avsmältning visade sig giva upphov till typiska snöskytteangrepp, men å andra sidan har jag under flera år varit i tillfälle att iakttaga, hur mycket omfattande snöskytteangrepp varit fullt utbildade redan i mitten av januari, vilket vid tallplantornas framgrävning ur snön visat sig genom förekomsten av stora partier mjuka, smutsgröna barr, som utgöra snöskyttesmittans första symptom.

För att söka bringa klarhet i dessa frågor utfördes under vintrarna 1942/43, 1943/44 samt 1944/45 vissa infektionsförsök enligt i huvudsak samma princip, som använts av NENZELL (1942). Härvid begagnades emellertid såsom infektionsmaterial utom under föregående vinter angripna barr med mogna apothecier (»septemberbarr») samt barr angripna under samma vinter (»februari», »mars»- och »aprilbarr») även barr angripna föregående vinter men utan utbildade apothecier (»julibarr») och dessutom renkulturer av snöskyttesvampens mycel.<sup>1</sup>

#### a. Försök på Rosinedalsheden

##### *α. Infektionsförsök med under föregående vinter smittade barr samt mycel*

I september 1943 utmärktes på Rosinedalsheden, 5 km sydost om Vindeln i Västerbotten, med 1,5 m långa trästolpar ett antal 4 à 6 dm höga tallplantor i god tillväxt. Stolparna försågos med påskrift om vilka åtgärder, som under vintern skulle vidtagas med resp. planta — detta för att snötäcket icke skulle försvåra arbetet. Stolparna placerades icke alldeles intill plantorna utan på c:a 5 dm avstånd från dessa.

<sup>1</sup> Med »septemberbarr» avses sådana barr, vilka angripits av snöskytte vintern före den, då de kommo till användning som infektionsmaterial. I september inlades barren i kylskåp med en temperatur av  $-10^{\circ}$  C, då all vidare utveckling av snöskyttemycelet i barren torde vara praktiskt taget avstannad. Samma avbrott i utvecklingen genom förvaring i kylskåp vid olika tidpunkter föranledde beteckningen »julibarr» (barr angripna föregående vinter; då svampens utveckling avbröts i juli, förekommo på dessa barr inga apothecier), »februari», »mars»- och »aprilbarr» (med färsk smitta).

Den 1:a och 15:e i varje månad från och med oktober till och med april fastbundos sedermera på c:a 2 dm höjd dels en liten tallkvist med »septemberbarr», dels (på andra plantor) en kvist med »julibarr» och dels slutligen en c:a 10 × 10 mm stor färsk kultur från agarplatta av *Phacidium*-mycel, som sändes från laboratoriet före varje ymptillfälle. Påbindningen av barr utfördes med stark sytråd, medan mycelet med stor försiktighet fastsattes medelst en gasbinda (jfr BJÖRKMAN 1942, fig. 4). I en försöksserie lades mycelet dessutom på marken under plantorna. Dessa »ympningar» utfördes av skogsmästare O. HENRIKSSON enligt särskild instruktion. Under högvintern bortskottades först snötäcket, varpå efter »infektionen» lös snö åter skottades över till samma höjd.

Då snön smält bort i slutet av april 1944, inventerades försöket, varvid antecknades förekomsten av sannolika snöskytteangrepp samt deras utbredning (diameter i mm) från påbindningsstället. En andra inventering gjordes i oktober samma år, då säkert kunde avgöras huruvida förekommande barrskador förorsakats av snöskytte eller ej.

Vid inventeringen i april kunde konstateras, att barren omkring påbindningsställena i större eller mindre utsträckning blivit brunfärgade på samma sätt som efter angrepp av spontant snöskytte vid samma tid. Detta hade inträffat såväl genom infektion med »septemberbarr» som med »julibarr» (utan utvecklade apothecier) samt likaledes genom infektion med mycel. Skadornas omfattning framgår av tab. 2.

Då de största snöskytteskadorna konsekvent uppkommo hos de tallplantor, som infekterats under hösten och förvintern, kan härav den slutsatsen dragas, att svampen börjar växa redan under hösten och sannolikt även fullföljer en stor del av sin utveckling under denna tid. Infekteras plantorna den 1 april eller senare, hinner svampen icke åstadkomma någon som helst skada, och icke heller en infektion under mars visade sig kunna åstadkomma några mera betydande snöskytteskador. Infektionen i januari månad gav dock i vissa fall upphov till icke obetydliga skador. *Snöskyttesvampens mycel växer sålunda även under högvintern och förmår under denna tid infektera friska plantor, som befinna sig under snön.* Med hänsyn till svampens krav på temperatur och fuktighet, som behandlas i följande kapitel, äro därför betingelserna för svampens utveckling särskilt under hösten av minst lika stor betydelse som t. ex. snösmältningsförhållandena under våren, då ytterligare infektion enligt vad försöket visat endast i ringa utsträckning hinner åstadkomma någon skada.

Samma resultat uppnåddes även vid upprepning av försöket under ytterligare två vintrar. Vid ett av dessa försök eliminerades snöns direkta inflytande genom att försöksplantorna från och med mitten av oktober till och med början av maj skyddades av täta trälådor utan lock, som stälptes över plan-

Tab. 2. Omfattningen av snöskytteskador uppkomna genom infektion på olika sätt vid olika tidpunkter. (»Septemberbarr» = barr med mogna apothecier och sporer, insamlade i slutet av september och därefter förvarade i kylskåp vid  $-10^{\circ}\text{C}$ ; »julibarr» = barr utan mogna apothecier, insamlade i juli och därefter förvarade i kylskåp vid  $-10^{\circ}\text{C}$ ).

Extent of snow-blight damages caused through infection in different ways and at different times. (»September-needles» = needles with mature apothecia and spores, collected at the end of September and subsequently stored in a refrigerator at  $-10^{\circ}\text{C}$ ; »July-needles» = needles without mature apothecia, collected in July and subsequently stored in a refrigerator at  $-10^{\circ}\text{C}$ ).

Infektions- tid Time of infection 1943/44	Medeltal barrskada, diameter angripen barrvolym mm Average needle damage, diameter of needle volume affected in mm					
	»julibarr» »July-needles»		»septemberbarr» »September-needles»		<i>Phacidium</i> -mycel <i>Phacidium</i> -mycelium	
	på 2 dm höjd at a height of 2 dm	på marken at ground level	på 2 dm höjd at a height of 2 dm	på marken at ground level	på 2 dm höjd at a height of 2 dm	på marken at ground level
1 okt.....	244	228	260	242	264	254
15 » .....	256	240	262	264	274	248
1 nov.....	278	262	290	288	420	362
15 » .....	254	258	286	302	370	348
1 dec.....	296	284	328	316	328	304
15 » .....	260	254	290	278	340	330
1 jan.....	228	214	292	276	290	332
15 » .....	216	184	242	282	268	296
1 febr.....	224	204	238	252	268	296
15 » .....	142	160	208	184	276	254
1 mars.....	36	48	134	146	108	124
15 » .....	0	0	22	34	36	44
1 april.....	0	0	0	4(?)	0	0
15 » .....	0	0	0	0	0	0

torna. På dessa plantor, som sålunda aldrig voro i beröring med snö under vintern, påbands snöskyttemycel såsom i föregående års försök den 1:a och 15:e i varje månad under tiden oktober—april. Trots att dessa plantor aldrig voro i direkt kontakt med snö blev resultatet i stort sett detsamma beträffande snöskyttets angreppsintensitet efter infektion under olika årstider.

Av stort intresse var vidare, att snöskytteangreppets storlek blev ungefär detsamma vare sig barr med mogna apothecier och sporer eller barr utan utvecklade apothecier användes som infektionsmedel. Detta förhållande, som även påvisats av NENZELL (1942, sid. 89), visar, att snöskyttesvampens mycel under lämpliga yttre betingelser äger förmåga att utväxa direkt från under föregående vinter angripna barr även om dessa icke äro försedda med fruktkroppar och mogna sporer. Härigenom förklaras den särskilt av MATSSON MÅRN & NENZELL (1941) avbildade typiska koncentriska utbredningen av snöskytteangreppen från en gammal skada, även om fruktkroppar icke hunnit utbildas på barren.

Såsom senare närmare skall påvisas utbildas vanligen inga fruktkroppar på barr av unga tallplantor, som angripas av snöskytte, men trots detta utbildas som bekant nya koncentriskt utbredda skador från de gamla infektionspunkterna.

Samma storleksordning hos de uppkomna skadorna under olika årstider visade även angreppen efter påbindning av livskraftigt snöskyttemycel (tab. 2, jfr BJÖRKMAN 1942). Denna omständighet visar bl. a., att snöskyttemycelet icke försvagas i angripna barr, om dessa förvaras kallt såsom fallet var med det använda infektionsmaterialet. Däremot är det a priori naturligt, att mycelet dör under följande sommar, varför barr med 2-årig snöskytteskada icke längre utgöra någon smittofara för friska barr (jfr sid. 35 och NENZELL 1942).

I samtliga påbindningsförsök granskades de infekterade plantorna även under följande höst med avseende på utbildningen av fruktkroppar på barren. Härvid kunde konstateras, att fullt utbildade apothecier endast förekommo på de 1 oktober—15 januari infekterade barren men ej på senare påbundna plantor. På barr infekterade 1 febr.—15 mars voro barren sålunda döda men saknade fullständigt fruktkroppar. Hos senare infekterade barr (1 april) förekommo endast små fläckar på barren, som icke med säkerhet kunde anses ha orsakats av *Phacidium*.

Dessa iakttagelser ge förklaringen till att vid spontana snöskytteangrepp de från infektionsstället längst bort belägna barren mycket ofta sakna utbildade fruktkroppar. Snöskyttemycelet har nämligen angripit dessa barr vid en så sen tidpunkt under vintern, att möjlighet till utbildning av mogna fruktkroppar av allt att döma saknas.

Resultaten av de utförda försöken kunna även ställa den av SJÖSTRÖM (1937, sid. 217) gjorda iakttagelsen, att barr av höstavverkade men icke av vinteravverkade tallar angripas av snöskytte, i ny belysning. SJÖSTRÖMS egen tydning av detta förhållande, nämligen att de tallkronor som fällas före den djupare vintersnöns ankomst d. v. s. under hösten, komma att bli mera effektivt inbäddade i snö än de som avverkas sedan snön nått större djup, torde icke kunna lämna en tillfredsställande förklaring. SJÖSTRÖM förutsätter även, att tallkronorna blivit infekterade av sporer redan då träden stodo på rot. Med kännedom om de ovan beskrivna infektionsförsökens resultat att en infektion under senvintern endast ger upphov till relativt obetydliga angrepp eller knappast till några skador överhuvud taget, är det iakttagna fenomenet fullt förklarligt, även om de vinteravverkade tallkronorna skulle råka falla mitt i en typisk snöskyttehård, där mycelet förekommer i snön. Antagandet om sporinfektion i kronorna medan träden ännu stodo på rot, vilket blir nödvändigt med SJÖSTRÖMS teori men mycket dåligt stämmer med de ovan relaterade sporspridningsförsökens resultat, behöver då heller icke göras.

Sporspridningen under hösten spelar säkerligen för de vinteravverkade trädens del ingen nämnvärd roll.

*β. Infektionsförsök med nyinfekterade barr*

Under februari, mars och april 1944 framgrävdes ur snön några tallkvistar, vilka under vintern nyangripits av snöskytte («februari»-, «mars»- och «aprilbarr»; barren mjuka och gråbruna till färgen) och påbundos likaledes frilägda friska tallplantor på c:a 2 dm höjd över marken, varefter snön skottades tillbaka över de på detta sätt infekterade plantorna.

Vid granskning av försöket i början av maj visade det sig, att typisk snöskytteskada i form av gråbruna och fläckiga barr uppkommit endast hos de plantor, som infekterats i februari och mars, medan de senare sammanbindningarna icke resulterat i några säkra snöskytteskador. Detta resultat går sålunda i princip i samma riktning som resultaten av påbindning av »julibarr» och »septemberbarr». Det motsäges dock av några uppgifter hos SJÖSTRÖM (1937, sid. 231), enligt vilka en dylik sammanbindning den 1 april åtminstone i ett fall resulterade i ansevära snöskytteskador. Detta resultat berodde säkerligen på ett ovanligt tjockt och länge kvarliggande snötäcke, varigenom svampen fick lång tid på sig för infektionen (försöket utfördes i Älvdalen). I normala fall torde dock enligt vad flera års försök i Västerbotten visat någon ny infektion genom snöskyttemycel icke ske under april månad. Även NENZELLS resultat med sammanbindning av under vintern snöskytteinfekterade samt friska kvistar, förvarade under snön under april och maj, tala härför (l. c., 1942).

**b. Försök i Uppsala—Vindeln 1944/45**

I ett antal krukor med 3-åriga tallplantor inympades snöskytte genom mycel i början av oktober 1944. De på detta sätt infekterade tallkulturerna förvarades utomhus i Vindeln i Västerbotten och höllos väl täckta med snö alltifrån dennas ankomst i slutet av november. Den 1:a i varje månad sändes 2 krukor till Institutionen för fysiologisk botanik i Uppsala, där de insattes i kylrum vid omkr. — 10° C. Härigenom avbröts enligt vad särskilda försök visat snöskyttesvampens utveckling. Genom jämförelse mellan plantor med avbruten snöskytteutveckling den 1 dec., 1 jan., 1 febr. och 1 mars kunde sålunda tiden för svampens tillväxt närmare studeras.

Såsom i någon mån av fig. 19 framgår visade det sig, att de plantor, hos vilka snöskyttets utveckling avbrutits redan 1 dec., hade gröna och friska barr; på plantorna förekom dock rikligt med mycel av snöskytte, som emellertid ännu icke hunnit i större utsträckning intränga i och döda barren.

Plantor med avbruten snöskytteutveckling först den 1 januari och i synnerhet den 1 februari voro alldeles inhöljda i snöskyttesvampens mycel varjämte praktiskt taget hela barrmassan var angripen av snöskytte. I ännu högre



Fig. 19. Tallplantor som ympats med snöskyttemycel den 1 okt. 1944 och därefter förvarats utomhus under ett omkr. 3 dm djupt snötäcke från och med slutet av november 1944. Krukorna insattes i kylskåp vid  $-10^{\circ}\text{C}$  (då snöskyttets tillväxt avstannar) den 1 dec. resp. den 1 jan. (krukorna på övre bilden) samt den 1 febr. och den 1 mars (krukorna på undre bilden). Ju senare svampens utveckling avbröts, ju kraftigare blev snöskytteskadan. Institutionen för fysiologisk botanik, Uppsala. April 1945.

Pine seedlings inoculated with snow-blight mycelium on Oct. 1, 1944 and kept outdoors under a 3 dm deep snow cover from the end of November 1944. The pots were put into a refrigerator at  $-10^{\circ}\text{C}$  (at which temperature the growth of the mycelium is inhibited) on Dec. 1 and Jan. 1 resp. (the pots in the upper picture) and on Febr. 1 and March 1 resp. (the pots in the lower picture). The later the growth of the fungus was interrupted, the heavier the damage. The Institute of Physiological Botany, Uppsala, April 1945.

grad gällde detta de plantor, som ända till 1 mars varit utsatta för *Phacidium*-angrepp; hos dessa plantor hade t. o. m. det ytliga mycelet redan försvunnit och barren antagit den för ett mera framskridet stadium av sjukdomen karaktäristiska färgen.

Även om svampen — såsom normalt är fallet — infekterar barren under hösten, kan den sålunda icke fullfölja angreppet så att barren dödas och fruktkroppar utbildas, om icke förhållandena under vintern möjliggöra en fortsatt utbildning. *En lång snösmältningsperiod med länge kvarliggande snö bör därför ha stor betydelse för svampens utveckling* även om — såsom i det föregående visats — någon nyinfektion av friska barrpartier i normala fall knappast äger rum från och med april månad. Sporutvecklingen följande höst bör sålunda gynnas av en kall vår med långsam snösmältning (jfr MATTSSON MÅRN & NENZELL 1941, sid. 178—179).

#### c. Försök i Vindeln 1946/47

För att få ett kvantitativt mått på snöskytteskadornas utbredning under vintern anordnades ett försök med avbruten tillväxt vid olika tidpunkter på infekterade tallplantor. Då under försöksåret endast obetydligt med snö föll under förvintern, kunna emellertid försöksresultaten icke anses representera fullt normala förhållanden.

Genom klimplantering placerades ett antal c:a 5 dm höga tallplantor i god utveckling på en åker i en rad efter varandra. Samtliga plantor infekterades på 2 dm höjd med smittoförande snöskyttebarr den 15 oktober. Härfter vidtogos inga åtgärder före den 1 februari, då all snö skottades bort och därefter under hela vintern hölls avlägsnad från 4 av plantorna, varvid eventuella snöskytteangrepp avbrötos. Härfter bortskottades på samma sätt all snö från ytterligare 4 plantor med 14 dagars mellanrum, varvid möjlighet skapades att sedermera studera hur långt snöskytteangreppet utbredd sig vid olika tidpunkter under vintern.

För att en vidare utveckling av snöskyttemycelet skall kunna ske från en infektion på 2 dm höjd fordras, såsom senare närmare skall visas, att snötäcket är över 30 cm djupt. Detta inträffade emellertid icke förrän i februari månad. På våren, då försöket reviderades, visade det sig också, att inga som helst skador uppstått på de plantor, som blottlagts från snö redan den 1 februari. Däremot visade skadorna en kraftig ökning under vinterns lopp, då mycelet kunnat växa ut och infektera barren under det c:a 40 cm djupa snötäcke, som täckte marken under februari och mars månader (fig. 20). Skadorna voro dock alla relativt obetydliga på grund av den korta tid svampen kunnat växa och skadorna sålunda icke såsom i normala fall kunnat grundläggas under förvintern.

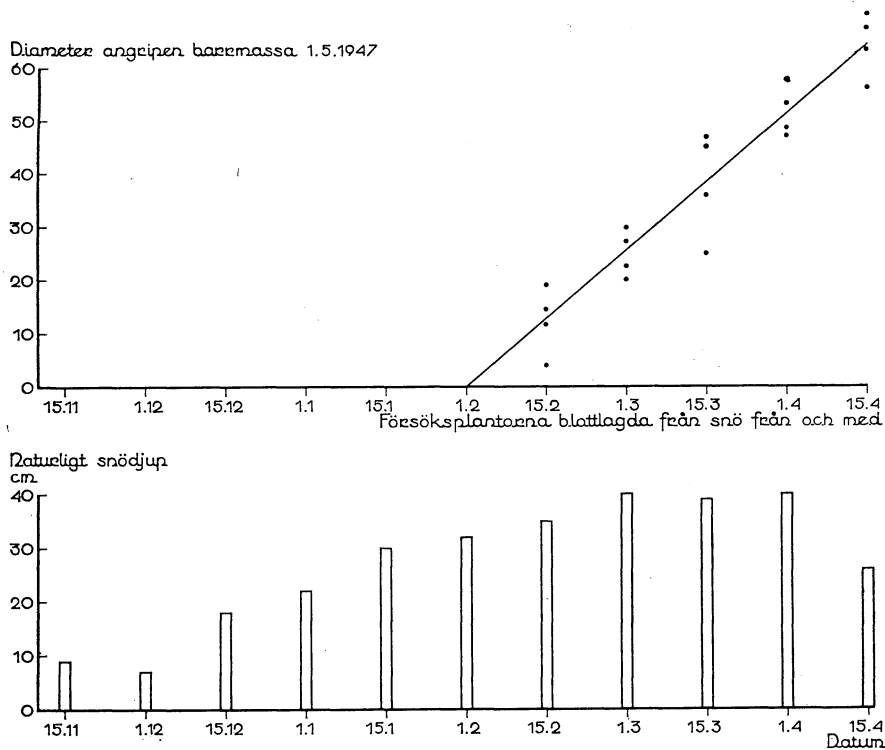


Fig. 20. Snöskytteangreppets omfattning (i mm) efter infektion på 2 dm höjd på omkr.  $\frac{1}{2}$  m höga tallplantor den 15 okt. 1946. De infekterade plantorna successivt blottlagda från snö från och med 1 febr. 1947. Mycelets tillväxt på 2 dm höjd har ej kunnat börja förrän i slutet av januari på grund av det ringa snödjupet under förvintern.

Snow-blight attack (mm) after infection at a height of 2 dm on pine seedlings approx.  $\frac{1}{2}$  m high, on Oct. 15, 1946. The infected plants were freed from snow every fortnight after February 1, 1947. The growth of mycelium at a height of 2 dm could not start until the end of January on account of the low depth of snow in early winter.

Diameter angripen barrmassa = Diameter of the affected needle volume. Försöksplantorna blottlagda från snö från och med = Experimental plants freed from snow from. Naturligt snödjup = Natural depth of snow. Datum = Date.

### 3. Försök rörande snöskyttets utveckling på olika djup i snön efter infektion vid olika tidpunkter

#### a. Plantskoleförsök i Vindeln 1946/47

För att även studera snödjupets inflytande på snöskyttets utbredning under vintern, dels om infektionen sker under hösten, dels om den sker under högvintern anordnades ett försök på liknande sätt som det föregående.

Genom klimplantering under hösten placerades tallplantor i 2 rader på 6 m avstånd från varandra. De utsattes inom varje rad gruppvis om 4 plantor. I den ena raden infekterades samtliga plantor den 15 oktober och i den andra den 15 februari, i båda fallen på 20 cm höjd över marken där de största sidogrenarna funnos. Alltifrån den 28 november, då snön blev kvarliggande, upp-



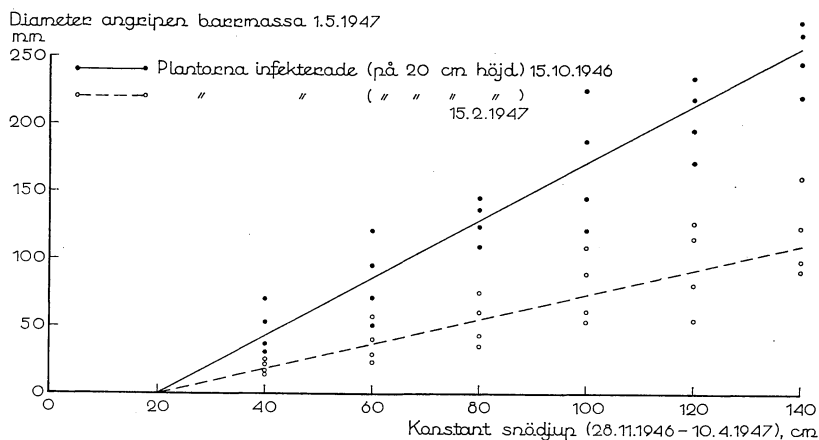


Fig. 21. Snöskytteangreppets omfattning på omkr.  $\frac{1}{2}$  m höga tallplantor infekterade den 15 okt. 1946 resp. 15 febr. 1947. Snö till olika djup uppskottad över plantorna från och med 28 nov. 1946. De tidigare infekterade plantorna mest skadade. Angreppets storlek direkt proportionellt mot snödjupet.

Snow-blight attack on pine seedlings approx.  $\frac{1}{2}$  m high, infected on Oct. 15, 1946 and Febr. 15, 1947 resp. Snow has been shovelled on the plants with different depths from Nov. 28, 1946. The plants infected at an earlier date have been most heavily damaged. The extent of the damage is directly proportionate to the depth of snow.

Diameter angripen barrmassa = Diameter of the affected needle volume. Plantorna infekterade (på 20 cm höjd) = Plants infected (at a height of 20 cm). Konstant snödjup = Constant depth of snow.

skottades snö till resp. 20, 40, 60, 80, 100, 120 och 140 cm djup omkring vardera en grupp av 4 tallplantor. Snöskytteskadornas storlek uppmättes efter snösmältningen den 1 maj 1947.

Av fig. 21 framgår, att skadornas storlek står i direkt proportion till snötäckets djup under vintern. Vid endast 20 cm snödjup hade inga skador utbildats från infektionspunkten medan däremot betydande skador uppkommit under ett djupare snötäcke. Vidare kunde bekräftas, att de skador som uppkommit efter infektion under högvintern icke på långt när blevo så omfattande som de angrepp, vilka börjat redan under förvintern.

#### b. Försök på Rosinedalsheden 1944/45

På det förut nämnda försöksfältet Rosinedalsheden vid Vindeln inympades i oktober 1944 dels »septemberbarr», dels renkulturer av snöskyttemycel på själva marken vid stambasen av c:a 80 cm höga väl utvecklade tallplantor med även lågt ansatta grenar. Dessutom påbundos på andra liknande plantor dels infektionsbarr och dels mycel på resp. 10, 20, 30, 40, 50 och 60 cm höjd över marken<sup>1</sup>. Snöskytteangreppens diameter uppmättes följande vår på samma sätt som förut beskrivits.

<sup>1</sup> Påbindningen gjordes ej längst ut på kvistarna, då dessa partier i regel böjas ned under snön, utan på nära stammen belägna delar av grenarna, som icke nedböjas, om själva plantan står upprätt i snön under vintern. Genom val av kraftiga försöksplantor och även genom kontroll av dessas ställning i snön erhöles garantier för att plantorna verkligen stodo upprätt under vintern.

Skadornas omfattning visade sig vara kraftigast på 10 och 20 cm höjd över marken, mindre på 30 cm höjd, ännu mindre på 40 cm och 50 cm samt mycket obetydliga (enstaka fläckiga barr) på 60 cm höjd. Även vid marken hade skador uppkommit ungefär lika stora som på 30 cm höjd. Snötäcket största djup (i början av mars) utgjorde under ifrågavarande vinter 90 cm på försöksplatsen (jfr fig. 32). Större delen av högvintern var dock snön ej djupare än 70—80 cm. I likhet med vad LAGERBERG (1912) konstaterat visade sålunda försöket, att snöskytteangrepp icke uppkomma högre upp på plantorna än 1 à 2 dm från snötäckets övre yta. Förklaringen härtill ligger med största sannolikhet i svampens temperaturkrav, som närmare behandlas i följande kapitel.

### III. Snöskyttesvampens livsbetingelser

#### A. *Temperatures betydelse*

##### I. Laboratorieförsök

Såsom alla svampar är snöskyttesvampen i hög grad beroende av temperaturen för sin utveckling. I en tidigare uppsats (BJÖRKMAN 1942) ha lämnats några preliminära uppgifter rörande snöskyttesvampens temperaturkrav. Av dessa framgår bl. a., att svampens optimala utveckling äger rum vid + 15° C men att tillväxt även förekommer vid så låg temperatur som 0° och utveckling av luftmycel t. o. m. vid — 5° C. Sedermera ha mera omfattande undersökningar utförts, dels med färskt mycel (renkultur hösten 1946 ur sporer), dels med mycel, som renodlats för 3 år sedan (1943) och under denna tid förvarats vid + 15° C i laboratoriet.<sup>1</sup> Temperaturförsöken utfördes vid Statens växtskyddsanstalt, där kulturerna kunde förvaras vid konstant temperatur (avvikelse ± 0,5°), nämligen — 5°, — 2°, 0°, + 5°, + 10°, + 15°, + 17,5°, + 20°, + 22,5° samt + 25° C under hela försökstiden.

Som substrat användes maltagar (1,5 % agar, 2,5 % maltextrakt »Vitrum» i destillerat vatten) i petriskålar av 90 mm diameter. Agarplattorna ympades i mitten med exakt lika stora (2 × 2 mm) agarbitar från ympkulturen, likaledes utvuxen på en agarplatta. Varannan dag noterades tillväxten av mycelet genom mätning av diametern i två mot varandra vinkelräta riktningar.<sup>2</sup> Genom summering av diametervärdena vid olika tidpunkter och division med 4 erhöles ett mått på radietillväxten, vilken återges i tre olika diagram (fig. 22, 23, 26). Då den inbördes variationen mellan parallellkulturerna i regel var mycket obetydlig och spridningen kring medeltalen visade låga

<sup>1</sup> Jfr även PEHRSON (1948), som i samband med undersökningar över svampens beroende av tillväxtämnen (se sid. 78) även utfört vissa temperaturförsök med förf:s ursprungliga mycel renodlat 1940.

<sup>2</sup> Vid — 5° fröso agarplattorna (liksom även i en del fall vid — 2°), varför mätning av mycelets tillväxt ej kunde utföras förrän vid försökets slut, då agarn tinat upp.

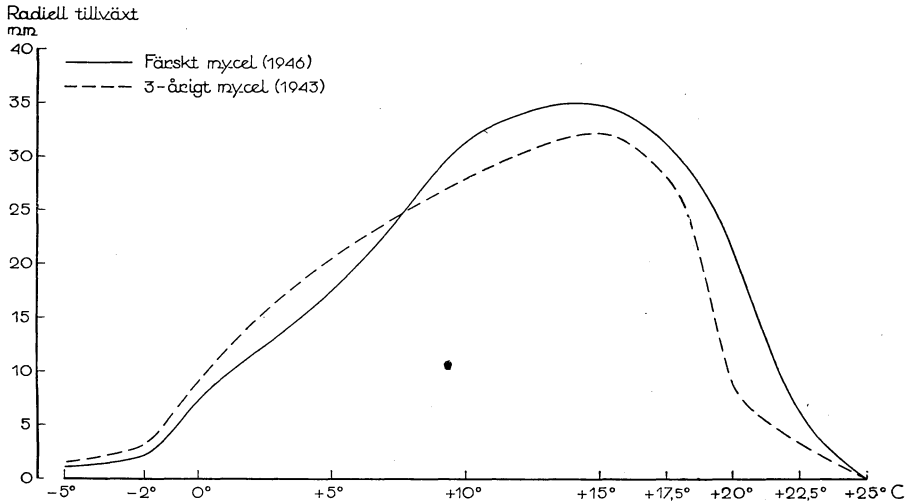


Fig. 22. Tillväxt av färskt mycel av *Phacidium infestans* (4 månader i renkultur) och 3-årigt mycel, på maltagarplattor under 20 dagar vid olika temperatur. Growth of *Phacidium infestans*, new mycelium (4 months in pure culture) and 3-year-old mycelium, cultivated on malt agar for 20 days at various temperatures. Radiell tillväxt = Radial growth. Färskt mycel = New mycelium. 3-årigt mycel = 3-year-old mycelium.

värden ( $0,6 < \sigma < 3,4$ ), ha de erhållna resultaten för överskådlighetens skull endast framlagts i diagram, i vilka de enskilda värdena icke inlagts utan kurvorna — i några fall med en mindre utjämning — uppdragits direkt efter medelvärdena i varje försökskombination. I varje kombination ingingo 6 petriskålar. Sammanlagt omfattade temperaturförsöket, som utfördes i två omgångar, 396 skålar.

Av fig. 22, som illustrerar mycelets tillväxt vid olika temperatur efter 20 dagars försökstid, bekräftas, att tillväxtoptimum ligger vid omkr.  $+15^{\circ}\text{C}$ . Det färska mycelet växte kraftigare än det 3 år gamla vid temperaturer över  $+5^{\circ}$ . Vid  $+20^{\circ}$  var sålunda det yngre mycelets utveckling fortfarande god, medan det äldre mycelets tillväxt var relativt obetydlig (fig. 24). Vid en konstant temperatur av  $+25^{\circ}$  under längre tid förekom ingen som helst tillväxt hos något av mycelen. En sådan har dock tidigare konstaterats vid denna temperatur med alldeles nyisolerat mycel (BJÖRKMAN 1942). Denna omständighet liksom de ovan refererade försöksresultaten synas tyda på att svampens förmåga att uthärda högre temperatur så småningom går förlorad efter en längre tids renodling under laboratorieförhållanden. Att svampen under naturliga betingelser otvivelaktigt äger förmåga att uthärda hög temperatur, sannolikt t. o. m. över  $25^{\circ}\text{C}$ , framgår av att mycelet under sommaren — även om tillväxten säkerligen då är helt avstannad — fortlever i de under vintern infekterade barren och i dessa under hösten, då temperaturen åter blivit lägre,

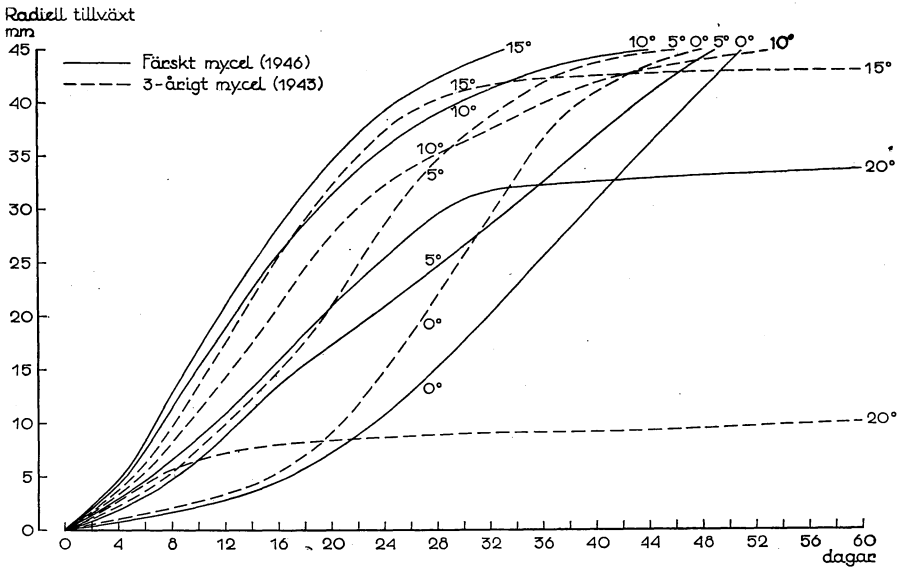


Fig. 23. Tillväxt av *Phacidium infestans*, färskt mycel (4 månader i renkultur) och 3-årigt mycel, under 2 månader vid olika temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) på maltagarplattor. Growth of *Phacidium infestans*, new mycelium (4 months in pure culture) and 3-year-old mycelium, cultivated on malt agar for 2 months at various temperatures. Radiell tillväxt = Radial growth. Färskt mycel = New mycelium. 3-årigt mycel = 3-year-old mycelium. Dagar = Days.

utbildar fruktkroppar. Efter 2 somrar är emellertid mycelet i barren helt dött, varför dylika barr såsom förut nämnts också äro ofarliga ur infektionssynpunkt (jfr NENZELL 1942). — Vad svampens tillväxt vid lägre temperaturer beträffar kunde bekräftas, att mycelet utvecklas tämligen kraftigt vid  $0^{\circ}$  (fig. 25) och förmår växa även vid  $-2^{\circ}$  och  $-5^{\circ}$  (fig. 22). Vid dessa temperaturer visade äldre mycel i försöken något kraftigare tillväxt än yngre mycel.

En bättre uppfattning om svampens temperaturkrav erhålles emellertid, om man icke endast studerar myceltillväxten vid en viss tidpunkt utan följer *svampens utveckling under längre tid*. Av fig. 23 framgår, att den i början relativt obetydliga tillväxten vid  $0^{\circ}$  efter c:a 1 månad kraftigt ökade samtidigt som den förut nämnda olikheten mellan äldre och yngre mycels tillväxt vid denna temperatur så småningom utjämnades. Detta var däremot icke fallet beträffande utvecklingen vid högre temperatur, särskilt vid  $+20^{\circ}$ , där det yngre mycelet efter 1 månad nådde en radielängd av i medeltal 31 mm medan det äldre mycelet efter samma tid endast nått i medeltal 8,7 mm längd (fig. 23). Den tilltagande tillväxten vid  $0^{\circ}$  och vid  $+5^{\circ}\text{C}$  sammanhänger till större delen med den kraftiga produktionen av luftmycel vid dessa temperaturer. Snöskyttemycelet visar nämligen liksom flera andra svampar en

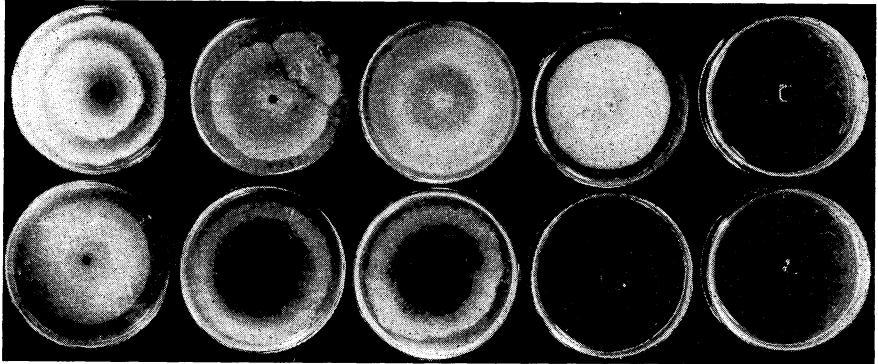


Fig. 24. *Phacidium infestans* på maltagarplattor, i övre raden färskt (4 månader i renkultur före försökets början) mycel, i undre raden 3 år gammalt mycel vid olika temperatur, fr. v. t. h.: 5°, 10°, 15°, 20° och 25° C. Observera skillnaden i tillväxt vid 20° mellan färskt och gammalt mycel.

*Phacidium infestans* on malt-agar plates. Upper row: new mycelium (4 months in pure culture before start of the experiment), lower row: 3-year-old mycelium at various temperatures, from left to right; 5°, 10°, 15°, 20° and 25° C. Note the difference in growth at 20° between the new and the old mycelium.

utpräglad tendens till luftmycelproduktion vid låga temperaturer, medan vid högre gradtal endast substratmycel utbildas (fig. 25).

Av stort intresse är vidare den mycket karakteristiska *färgförändring* snöskyttemycelet undergår med växlingar i temperaturen (fig. 25, 27). Vid temperaturer upp till 0° är mycelet rent vitt eller gråvitt, vid + 5° är det i regel fortfarande av samma färg men får ofta en mer eller mindre svart pigmentering i de äldre partierna. Vid + 10° är mycelet gråsvart med mycket obetydligt fritt luftmycel och vid + 15° är det ofta helt svart, ibland med någon dragning i brunt. Vid + 20° C, då skillnaden såsom förut nämnts kan vara starkt utpräglad mellan äldre och yngre mycel, visade sig i de ifrågavarande försöken en stark svartbrun pigmentering i det äldre mycelet, som dessutom var ytterligt koncentrerat, medan pigmenteringen i det yngre mera utbredda mycelet var rent svart — gråsvart ungefär såsom vid + 10° C. Temperaturen inflytande på pigmenteringen i snöskyttemycelet ger möjligheter till intressanta jämförelser med mycelets färg i naturen vid olika årstider. Såsom förut visats är det under vinter och vår fritt i snön och på barrns yta växande snöskyttemycelet gråvitt till färgen, vilket väl överensstämmer med färgen på mycelet vid 0°—+ 5° temperatur i laboratoriet. Under sommaren, då temperaturen åtminstone tidvis uppgår till 20°—30° under dagen, avstannar såsom förut framhållits mycelets tillväxt sannolikt helt och hållet, men under eftersommaren och hösten, då temperaturen åter blir lägre, börjar mycelet åter växa och utbilda fruktkroppar. Det mycel, som bildar dessa, är till färgen svart,

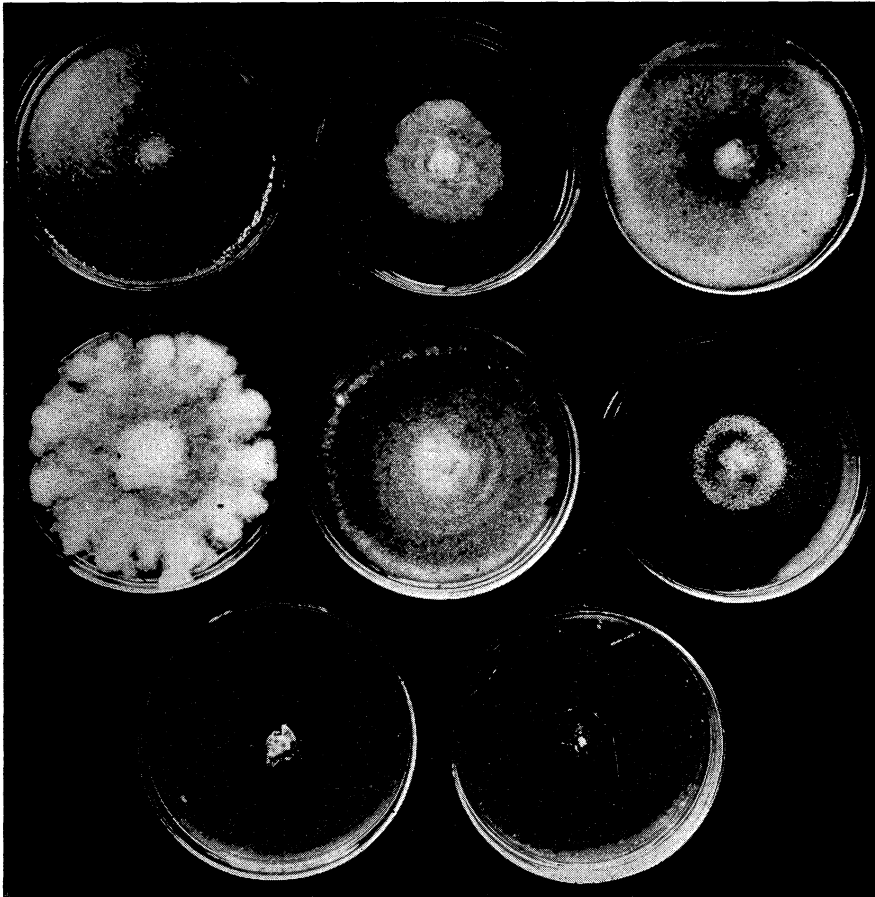


Fig. 25. *Phacidium infestans* (3 år i renkultur) på maltagarplattor under 40 dagar vid olika temperatur, övre raden fr. v. t. h.:  $-5^{\circ}$ ,  $-2^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$ , mellersta raden:  $+5^{\circ}$ ,  $+10^{\circ}$ ,  $+15^{\circ}$  och undre raden  $+20^{\circ}$  och  $+25^{\circ}$  C. Observera förändringen av mycelets färg och struktur vid olika temperatur.

*Phacidium infestans* (3 years in pure culture) on malt-agar plates for 40 days at various temperatures. Upper row from left to right:  $-5^{\circ}$ ,  $-2^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$ , middle row:  $+5^{\circ}$ ,  $+10^{\circ}$ ,  $+15^{\circ}$  and the lower row:  $+20^{\circ}$  and  $+25^{\circ}$  C. Note the change in colour and structure of the mycelium at different temperatures.

vilket likaledes väl överensstämmer med erfarenheterna från laboratoriet (jfr fig. 25). — Av fig. 28 framgår, att pigmentbildning i snöskyttesvampens mycel även kan framkallas genom påverkan av andra svampar.

Den omständigheten att snöskyttemycelet växer mycket sämre vid  $+20^{\circ}$  C om det en längre tid hållits i kultur kan ha flera orsaker. Det kan sålunda vara fråga om en »degeneration» av svampen under laboratorieförhållanden eller också om en förändring av svampens fysiologiska egenskaper speciellt med

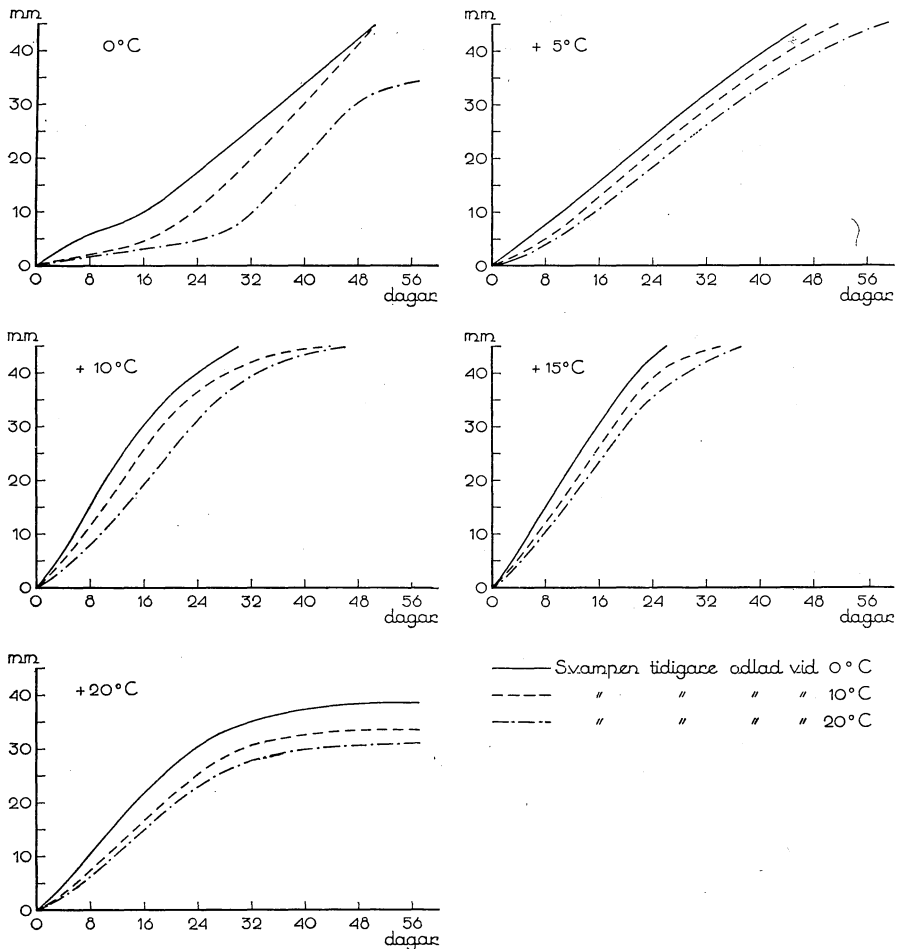


Fig. 26. Tillväxt av *Phacidium infestans* (4 månader i renkultur) på maltagarplattor under 2 månader vid olika temperatur. Mycelet före inympningen på agarplattorna tidigare under 4 månader odlad vid olika temperatur (0°, +10°, +20° C). Mycelet tillväxer kraftigare om det tidigare utvecklats vid låg temperatur (jfr fig. 27).

Growth of *Phacidium infestans* (4 months in pure culture) on malt-agar plates during 2 months at various temperatures. Before the inoculation on the dishes the mycelium was cultured for 4 months at different temperatures (0°, +10°, +20° C). The mycelium shows stronger growth if it has developed at a low temperature previously. Cf. Fig. 27.  
Svampen tidigare odlad vid 0° C = The fungus previously cultivated at 0° C. Dagar = Days.

avseende på dess temperaturkrav. Slutligen föreligger också den möjligheten, att de olika gamla mycelen tillhöra olika »fysiologiska raser» av *Phacidium infestans*. För att belysa denna fråga anordnades ett försök med ett och samma lika gammalt mycel (renkultur 1946), som under 4 månader före huvudförsökets början odlats vid olika temperatur, nämligen vid 0°, +5°, +10°, +15° och +20° C. — Av fig. 26 och 27 framgår, att mycel som tidigare vuxit



Fig. 27. *Phacidium infestans* (4 månader i renkultur) på maltagarplattor under 40 dagar vid olika temperatur, *vertikala rader* fr. v. t. h.: + 5°, + 10°, + 15° och + 20° C. Mycelet före inympningen på de avbildade agarplattorna tidigare under 4 månader odlat vid olika temperatur, *horisontala rader* uppifrån och ned: 0°, + 5°, + 10°, + 15° och + 20° C. Mycelet växer bättre om det tidigare fått utvecklas vid låg temperatur. Jfr fig. 24 och 25.

*Phacidium infestans* (4 months in pure culture) on malt-agar plates during 40 days at various temperatures, *vertical rows* from left to right: + 5°, + 10°, + 15° and + 20° C. Before the inoculation on the dishes shown here, the mycelium for 4 months had been cultured at different temperatures, *horizontal rows* top to bottom: 0°, + 5°, + 10°, + 15°, and + 20° C. The mycelium shows better growth if it has developed at a low temperature previously. Cf. Figs. 24 and 25.



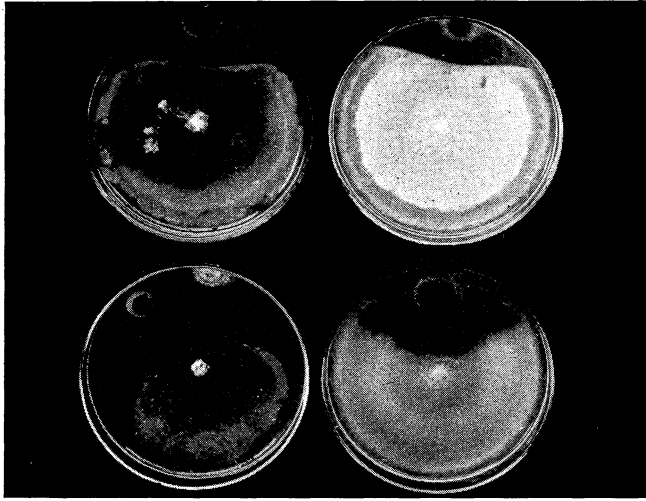


Fig. 28. Exempel på antibiotisk verkan på maltagarplattor med *Phacidium infestans* och två olika *Penicillium*-arter. Observera pigmentbildningen i *Phacidium*-mycelet under inflytande av denna verkan.

Example of antibiotic effect on malt-agar plates with *Phacidium infestans* and two *Penicillium* species. Note the pigmentation in the *Phacidium*-mycelium under the influence of this effect.

vid lägre temperatur genomgående växte snabbare än samma mycel, som förvarats vid högre temperatur. I synnerhet var denna skillnad påtaglig vid  $+20^{\circ}$  (fig. 27), där även pigmentbildningen var mycket kraftigare i det tidigare vid  $0^{\circ}$  och vid  $+5^{\circ}$  utvuxna mycelet än i det mycel, som före försöket odlats vid  $+10^{\circ}$ ,  $+15^{\circ}$  eller  $+20^{\circ}$  C. Detta resultat visar sålunda, att det icke behöver vara olikheter i mycelets ålder, som betinga dess olika temperaturkrav utan att ett och samma mycel genom att odlas en längre tid vid en viss temperatur åtminstone tillfälligt kan förändra fysiologisk karaktär. Att förändringen försigtigt gått på sådant sätt, att inverkan av en lägre temperatur medfört större förmåga att växa även vid högre temperatur, överensstämmer fullständigt med det förut nämnda försöksresultatet att ett nyisolerat yngre mycel vid högre temperatur växer kraftigare än ett mycel, som varit utsatt för en längre tids förvaring i laboratoriet (jfr fig. 23, 24). Den s. k. degenerationen av svampmycel kan säkerligen ofta tillskrivas en ogynnsam miljöfaktor i laboratoriet, t. ex. hög temperatur. Genom att ändra denna faktor i för svampen gynnsam riktning bör det också i vissa fall vara möjligt att häva »degenerationen» av mycelet.<sup>1</sup> De utförda temperaturförsöken illustrera vanskligh-

<sup>1</sup> På liknande sätt har det visat sig, att en »degeneration» av en cellulosednbrytande svamps mycel i renkultur på t. ex. maltagar ofta kan upphävas genom att en tid låta mycelet växa på trä eller ren cellulosa.

heten av att på grundval av en serie laboratorieförsök karakterisera en svamparts temperaturkrav annat än inom mycket vida gränser (jfr ROBAK 1942). I många fall förekomma även såsom förut framhållits flera »fysiologiska raser» med olika egenskaper inom en och samma art.

Ett icke oväsentligt intresse knyter sig till mycelelets *begynnelsestillväxt* vid olika temperatur. Såsom förut nämnts kunde genomgående en viss tröghet i svampens första tillväxt konstateras, särskilt vid 0° och + 5° C (fig. 23, 26). Detta gällde om mycelet inympades på agarplattor, som från början förvarades vid dessa låga temperaturer. Om agarplattorna däremot först förvarades några dagar t. ex. vid + 15° C omedelbart efter inympningen av mycelet, så att detta fick tillfälle att utväxa från ympbiten vid denna för svampen gynnsamma temperatur, fortsatte svampen efter agarplattornas överflyttning till lägre temperatur sin tillväxt med betydligt större hastighet än på de plattor, som från början förvarats vid låg temperatur. Denna omständighet torde i viss mån vara ägnad att belysa betydelsen av att svampen får tillfälle att *påbörja* sin utveckling under gynnsamma yttre förhållanden. Om sålunda infektion av snöskytte försiggått under hösten och svampens tillväxt kunnat påbörjas vid för denna lämplig temperatur, bör man kunna vänta sig, att utvecklingen i barren *fortsätter* under vintern med betydligt större lätt-  
het än efter nyinfektion av barr under samma tid. Detta bestyrkes även av det dåliga resultatet av infektion av tallplantor under högvintern (tab. 2, jfr NENZELL 1942, tab. 3 och 4). Principiellt samma förhållande gäller t. ex. rötsvampar, vilka efter tidigare inträffad infektion med mycket större lätt-  
het kunna fortsätta att växa i virke under ogynnsamma yttre förhållanden (t. ex. för låg eller för hög fuktighet) än samma svampar förmå efter nyinfektion under samma betingelser (BJÖRKMAN 1946 a, s. 133).

Av stort intresse är vidare, att en förvaring av svampen vid mycket låg temperatur icke utövar något hämmande inflytande på tillväxten, då förhållandena bli gynnsammare. Sålunda kunde redan 1942 visas (BJÖRKMAN l. c.), att en förvaring av snöskyttesvampen vid — 22° under 30 dagar icke på något sätt skadade denna. Förhållandet är i och för sig icke märkligt, då flera forskare ha visat, att många svampar kunna uthärda mycket låga temperaturer utan att taga skada. Sålunda visade HEDWIG KÄRCHER (1931), att t. ex. *Collybia velutipes* Fr., *Armillaria mellea* Fr., *Schizophyllum commune* Fr. kunde överleva en nedkylning under 8 dagar ända till — 70° C eller till — 192° C under 13 timmar (jfr även t. ex. SMART 1935, LUYET & GEHENIO 1940).

Tillämpade på förhållandena i naturen sammanhånga de temperaturvariationer, som äro av betydelse för snöskyttesvampens utveckling, framför allt med snötäckets tjocklek och beskaffenhet samt med tjälbildningen i marken.



Fig. 29. Plats för snö- och temperaturobservationer med i medeltal 1,5 m höga tallplantor. Rosinedalsheden, Degerfors, Västerbotten, 1943—1946.

Locality with pine plants 1,5 m high on an average, at which snow- and temperature observations were made. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten, 1943—1946.

## 2. Snötäcket tjocklek samt temperaturen i snön

Såsom förut nämnts förekommer snöskytte endast på sådana barr, som förut varit belägna under snön. Dennas betydelse för svampens utveckling kan dock icke till alla delar anses klarlagd. Dels kan snön tjänstgöra såsom substrat för mycelet och härvid spela stor roll för svampens fuktighetskrav och dels kan snön även tillmätas betydelse som isolerande material för att utestänga kylan under högvintern. Utförda undersökningar ha givit vid handen, att snön spelar stor roll i båda dessa avseenden.

Vad temperaturen i snötäcket beträffar ha undersökningar häröver i Skandinavien framför allt utförts av KERÄNEN (1920). Denne visade, att snöns värmeledande förmåga i första hand är beroende av snöns täthet. Ju högre täthet snön har, d. v. s. ju mer påverkad den är av plusgrader, desto större är ledningsförmågan. Ett snötäcke, som ej utsatts för töväder och härvid sjunkit ihop, leder däremot kylan betydligt sämre och utgör ett utomordentligt värmeisolerande material. KERÄNEN visar t. ex., att vid Sodankylä i norra Finland temperaturen vid markytan i februari månad kan vara endast  $-3^{\circ}\text{C}$  under ett 6 dm tjockt snötäcke samtidigt som lufttemperaturen ovanför snön är  $-22^{\circ}$ .



Fig. 30. Lucka i bestånd med olika höga tallar på Rosinedalsheden, Degerfors socken, Västerbotten. I dylika luckor äro förutsättningarna mycket stora för omfattande snöskytteangrepp på grund av länge kvarliggande och under vintern djup snö. Maj 1944.

Opening in a stand of pines of various heights, Rosinedal, Degerfors, Västerbotten. In gaps of this kind the conditions prerequisite to snow-blight attacks are very favourable on account of the duration of the snow cover and its depth in winter. May 1944.

För att närmare studera snöns betydelse som värmeisolator utfördes under vintrarna 1943/44, 1944/45, 1945/46 och 1946/47 mätningar av temperaturen i snön, dels i Västerbotten, dels i nordvästra Dalarna.

Dessa mätningar utfördes med c:a 60 cm långa, mycket smala precisions-termometrar, vilka vid varje mätning stukos ned i snön till markytan och till resp. 1, 2, 3, o. s. v. dm höjd över marken, vilket möjliggjordes genom en särskild måttkala. Vid varje mätning upptogs ett nytt hål i snön med termometern. Något mera tillförlitliga värden hade säkerligen kunnat erhållas genom användning av termoelement såsom tillämpats t. ex. av KERÄNEN 1920, LEVI & CHORUS 1932, GÄUMANN, ROTH & ANLIKER 1934, men den använda metoden torde dock ha givit fullt tillfredsställande resultat med hänsyn till mätningarnas syfte.

Vid varje mätningstillfälle — 1 gång i veckan — uppmättes även snöns djup längs en fast, graderad stolpe på olika platser. Mätningarna i Västerbotten utfördes på Rosinedalsheden vid Vindelns, dels ute på öppen hed med resp. 0,5, 1,5 och 2,5 m höga tallar (se fig. 29—30), dels i ett ungskogsbestånd



Fig. 31. Plats för snö- och temperaturobservationer med i medeltal omkr. 4,5 m höga tallar, Rosinedalsheden, Degerfors, Västerbotten, 1943—1946.

Locality with pine plants 4,5 m high on an average, at which snow- and temperature observations were made. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten. 1943—1946.

med en genomsnittlig trädhöjd av 4—5 m (fig. 31) samt dels intill stammen av en äldre frötall med tydlig konkurrenszon utbildad omkring sig.

Av fig. 32 framgår, att snötäckets djup är högst växlande på en och samma plats och starkt beroende av höjden och tätheten av förekommande plantor och träd. Djupast befanns sålunda snön vara på heden med 2,5 m höga träd, mindre djup där 0,5—1,5 m höga träd förekommo och minst djup i ett ungskogsbestånd med träd av 4—5 m höjd.

Vintern 1946/47 uppmättes snötäckets djup vid olika slutenhetsgrad hos ungskogen på Rosinedalsheden invid Vindeln i Västerbotten. Mätningarna utfördes i detta fall på 50 olika observationspunkter utspridda på heden, varav vardera 10 omfattade

- 1) tätt ungskogsbestånd av tall (2—3 m)
- 2) glest ungskogsbestånd av tall (2—3 m)
- 3) mindre luckor (diam. 4—5 m) i ungskogsbestånd
- 4) större luckor (diam. minst 10 m) i ungskogsbestånd
- 5) 1 m från stammen av äldre tall i konkurrenszoner.

Medeltalen av snödjupet på dessa 10 punkter av varje typ vid olika tidpunkter ha sammanställts i fig. 33. Av fig. 33 framgår, att snödjupet hela vintern var minst i slutna ungskogsbestånd, där snön även blev liggande den kortaste

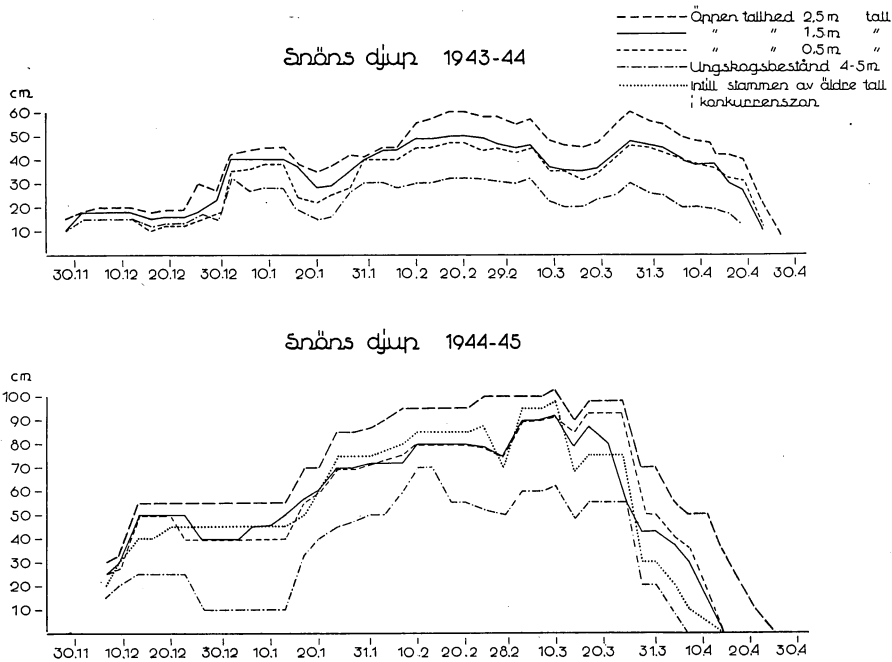


Fig. 32. Snöns djup på olika observationspunkter under vintrarna 1943/44 och 1944/45 på tallhed, Rosinedal, Degerfors, Västerbotten. Jfr fig. 29—31.

Depth of snow cover at various points of observation during the winter seasons 1943/44 and 1944/45 on a pine-heath at Rosinedal, Degerfors, Västerbotten. Cf. Figs. 29—31.  
 Snöns djup = Depth of snow. Öppen tallhed 2,5 m tall = Open pine-heath 2,5 m pine. Ungskogsbestånd = Young stand. Intill stammen av äldre tall i konkurrenszon = Near the trunk of an old pine in competition area.

tiden. I glesa ungsöksbestånd liksom i mindre luckor var snödjupet däremot störst och blev snön liggande längst. I större luckor var snön ej så djup som i mindre luckor men dock betydligt djupare än i täta ungsöksbestånd. — Liknande erfarenheter ha även långt tidigare gjorts, t. ex. av HAMBERG 1896 (jfr även MATSSON MÄRN 1944).

På stora öppna hyggen blåser snön i stor utsträckning ut mot hyggets kanter, där kanträden tjänstgöra som snöskärmar, och samtidigt får det kvarliggande snötäcket på hygget ofta en fastare konsistens än snön i luckor eller på mindre hyggen. På stora öppna hyggen blir snön mera utsatt för direkt solbelysning under vintern med mer eller mindre kortvarig smältning som följd, varigenom snötäcket sjunker ihop och tätheten sålunda ökar och därmed kylan lättare »slår igenom». Härtill bidrager på dylika hyggen även den ofta starka sammanpackningen av snötäcket genom »snödriv» (WRETLIND 1947, s. 31) samt den här ofta kraftiga skarebildningen och uppkomsten av kornsö genom insolationen under vårvintern (jfr NENZELL 1942).

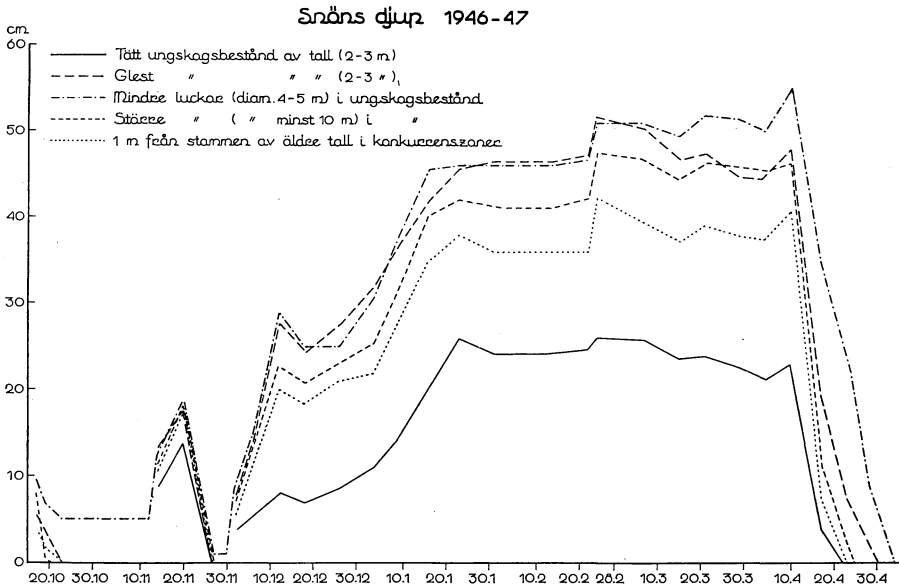


Fig. 33. Snöns djup på olika observationspunkter vintern 1946/47 på tallhed, Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.

Depth of snow cover at various points of observation during the winter season 1946/47 on a pine-heath at Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.  
 Snöns djup = Depth of snow. Tätt ungsogsbestånd av tall = Closed stand of young pines. Glest = Open. Mindre luckor i ungsogsbestånd = Small gaps in young stands. Större = Large. Minst 10 m = Minimum 10 m. 1 m från stammen av äldre tall i konkurrenszoner = 1 m from the trunk of old pines in competition areas.

Resultatet av de under vintern 1944/45 utförda temperaturmätningarna, vilka medtagits såsom exempel (mätningarna under vintrarna 1943/44, 1945/46 och 1946/47 ha givit principiellt samma resultat), har sammanställts i fig. 34. Av fig. 34 framgår, att temperaturen i snötäcket alltid var högst närmast markytan och successivt sjönk upp mot snöns övre yta. Dock var temperaturen även ett par decimeter under snötäcket avsevärt högre än i det fria. Fig. 34 visar även exempel på mycket stora differenser mellan temperaturen i luften och i snötäcket. Sålunda var temperaturen t. ex. den 29 januari 1945 på öppen hed mellan 2,5 m höga ungtallar, där snön låg 90 cm djup, endast  $-3^{\circ}\text{C}$  på 1 dm höjd över marken samtidigt som temperaturen omedelbart ovanför snötäcket var  $-32^{\circ}\text{C}$ . På 3 dm höjd över marken var temperaturen samtidigt  $-6^{\circ}$  och på 6 dm höjd  $-11,5^{\circ}\text{C}$ . Snötäckets betydelse som värmeisolator framgår utan vidare av dessa siffror. Med kännedom om snöskyttesvampens temperaturvillkor kan man i det anförda exemplet antaga, att svampen förmådde tillväxa i snön åtminstone upp till 1 à 2 dm höjd över marken även under högvinterns kallaste period. Av fig. 34 framgår, att lufttemperaturen under förra hälften av februari undergick en kraftig stigning, varvid temperaturen i snön likaledes hastigt ökade, 6 dm från marken till  $-2,5^{\circ}$  och 1 dm

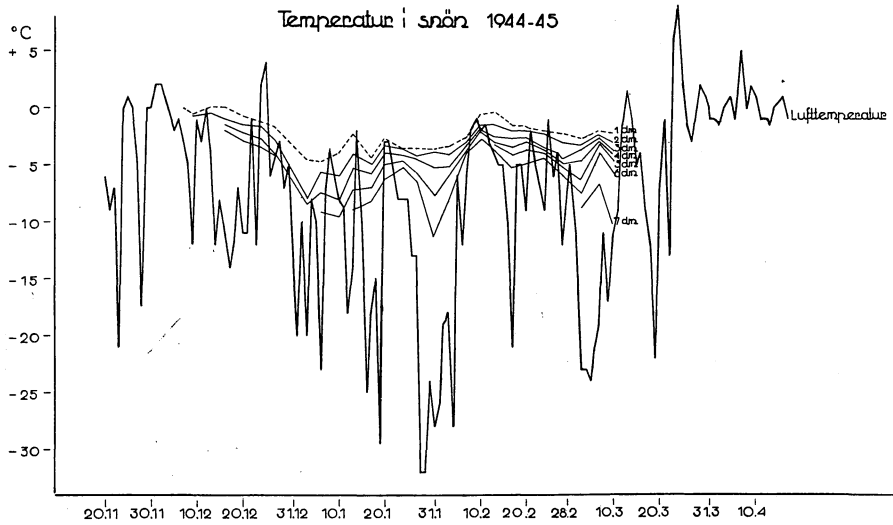


Fig. 34. Temperatur i snön på olika höjd över marken på öppen tallhed med i medeltal omkr. 2,5 m höga tallar (jfr fig. 32) vintern 1944/45, Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.

The temperature in the snow cover at different heights above the ground on an open pine-heath with pines about 2,5 m high (cf. Fig. 32) during the winter season 1944/45 at Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.  
Temperatur i snön = Temperature in the snow. Lufttemperatur = Temperature of the air.

från marken till 0°, varvid snöskyttesvampen kunde utbreda sig praktiskt taget genom hela snötäcket, som fortfarande lång tid var av betydande måktighet.

Av fig. 32 framgår, att snösmältningen vintern 1944/45 började mycket hastigt i slutet av mars och fullbordades på omkr. 10 dagar i ungskogsbeståndet med 4—5 m höga träd (barmark 8 april), på omkr. 20 dagar på den öppna heden med 0,5 m och 1,5 m höga tallar samt intill stammen av ett äldre fröträd — hastigast i det sistnämnda fallet (barmark 14 april). Längsta tiden — omkr. 30 dagar — tog snösmältningen på tallheden med 2,5 m höga träd, där snön i luckorna mellan träden icke helt smälte bort förrän den 25 april.

De utförda temperaturmätningarna under 4 vintrar ha visat, att förutsättningarna för snöskyttesvampens tillväxt vad temperaturen beträffar äro förhållanden på lägre höjder över marken praktiskt taget hela vintern. Antagandet att svampens egentliga angrepp sätter in först i samband med snösmältningen överensstämmer därför icke med de verkliga förhållandena. Visserligen äro förutsättningarna för en intensiv utveckling av svampen just under snösmältningen särskilt gynnsamma på vissa platser, t. ex. i luckor eller bland ungträd av 2—3 m höjd, men i regel förlöper av allt att döma snösmältningen så snabbt, att den relativt långsamt växande snöskyttesvampen (1 à 2 mm per dygn under optimala förhållanden i renkultur) säkerligen endast





Fig. 35. Försök rörande marktjärens betydelse med utläggning under glasskivor — dels på marken, dels på »halmmattor» — av nybrutna tallkvistar under olika tider av vintern, då de samtidigt infekterades med snöskytte. Snötäcket hölls under försöket konstant dels vid 2 dm, dels vid 6 dm höjd (se tab. 3). Vindeln, maj 1946. Experiments on the importance of soil freezing. Pine twigs were taken at different times of winter, infected with snow blight and put under glass panes — partly on the ground and partly on straw mats. The snow cover was constantly kept at a height of 2 dm and 6 dm resp. during the experiment. (Cf. Table 3). Vindeln, May 1946.

tämligen obetydligt förmår utbreda sig under den relativt kortvariga snösmältningsperioden. En lång snösmältning torde emellertid ha stor betydelse för svampens vidare utveckling i så måtto, att svampen i redan tidigare angripna barr under denna tid hinner utbilda ett så omfattande »grundmycel», att fruktkroppar sedermera verkligen utvecklas på barren. Såsom förut nämnts sker nämligen i regel ingen utbildning av fruktkroppar på sådana barr, som sitta i periferien av ett snöskytteangrepp och alltså nås av svampen först under det ytligt växande mycelets sista utvecklingsskede, d. v. s. under snösmältningen.

### 3. Tjälbildning

En i samband med snöskyttehärjningar mycket diskuterad fråga är marktjärens inflytande. Man har sålunda ofta iakttagit, att snöskyttet utvecklas bäst under sådana vintrar, då snön fallit på otjälad mark och denna härigenom icke alls blivit tjälad (se t. ex. ÖFVERHOLM 1916, BERG 1929, SJÖSTRÖM 1937). Detta synes även med utgångspunkt från temperaturens inverkan på snö-



Fig. 36. Detaljbild av »halmmattor» med glasskivor från fig. 35. Vindeln, maj 1946.

Detail of »straw mats» and glass panes in Fig. 35. Vindeln, May 1946.

skyttesvampens utvecklingsbetingelser vara fullt naturligt. Om snön faller på otjälad mark, bildar den nämligen ett värmeisolerande skikt, som hindrar markvärmen att bortgå, varvid i stället temperaturen i själva snön närmast marken borde bli högre än om marken varit tjälbunden. Härigenom borde sålunda också snöskyttesvampens utveckling gynnas.

### Försök rörande snöskyttesvampens utveckling vid tidig och sen tjälbildning

För att på ett enkelt sätt undersöka betydelsen av olika tidig tjälbildning under hösten för snöskyttets utveckling anordnades vintern 1945/46 vissa försök i en plantskola vid skogsmästarebostället i Vindeln med användning av stora halmmattor, vilka voro avsedda att försena markens tjälbildning.

6 större halmmattor (omkr.  $2 \times 3$  m och 1 dm tjocka) utlades på marken i slutet av september. På dessa halmmattor utlades sedermera med början den 1 oktober en nybruten tallkvist var 14:e dag t. o. m. den 15 december. Denna kvist sammanbands omedelbart efter utläggningen med en knippa i september insamlade och därefter kallt förvarade tallbarr försedda med mogna snöskytteapothecier och sporer (»septemberbarr»). Efter sammanbindningen täcktes kvisten med en glasskiva. Försöket utfördes parallellt i två serier, varav den ena omfattade glasskivor (på förhand utmärkta genom 4 träkäppar

**Tab. 3. Diameter (i mm) snöskytteangripen barrmassa på tallkvistar, vid olika tidpunkter nybrutna och infekterade med av snöskytte angripna tallbarr med mogna apothecier (»septemberbarr»), placerade dels ovanpå halmmattor utlagda på marken, dels direkt på marken (jfr fig. 35 och 36). Under tiden dec. 1945—mars 1946 höllös kvistarna täckta av ett resp. 2 och 6 dm djupt snötäcke. Försöket inventerat 3 maj 1946.**

Diameter (in mm) of needle volume affected by snow blight on pine twigs cut at various times and infected with pine needles with mature apothecia (»September-needles») placed partly on straw mats on the soil, partly directly on the ground (cf. Figs. 35 and 36). During the period Dec. 1945—March 1946 the twigs were kept under a snow cover of 2 dm and 6 dm resp. The experiment was inventoried on May 3, 1946.

Datum för infektionen Date of infection	Tidig tjälbildning Early soil freezing (utan halmmatta) (without straw mat)		Sen tjälbildning Late soil freezing (med halmmatta) (with straw mat)	
	2 dm snö 2 dm snow	6 dm snö 6 dm snow	2 dm snö 2 dm snow	6 dm snö 6 dm snow
	I oktober . . . . .	90	130	120
I5 » . . . . .	110	110	130	200
I november . . . . .	180	230	200	280
I5 » . . . . .	200	210	110	180
I december . . . . .	110	150	140	200
I5 » . . . . .	110	130	100	110

för att underlätta arbetet efter snöns ankomst, se fig. 35 och 36), som täcktes med 2 dm djup snö, och den andra glasskivor täckta med 6 dm snö. Avsikten med användningen av glasskivor var att ge möjlighet att iakttaga, när snöskyttemycelet började växa fram och de första spåren av skadade barr började visa sig. Ett antal sådana undersökningar utfördes sålunda under vintern, varefter snön åter skottades över till fastställd höjd. Temperaturmätningar utfördes även en gång i veckan, varvid resultat erhöles, som i princip överensstämde med tidigare mätningar (se t. ex. fig. 34), d. v. s. högre temperatur vid markytan under ett 6 dm djupt än under ett 2 dm djupt snötäcke.

En högre temperatur under halmmattorna än på den otäckta markytan kunde icke registreras vid temperaturmätningarna, ehuru man torde kunna förutsätta att en senare tjälbildning inträdde i marken under halmmattorna än i oskyddad mark (jfr motsvarande tillämpningar i trädgårdsskötseln), varigenom temperaturen vid själva markytan bör ha blivit något högre. Med hänsyn till de utförda temperaturmätningarnas resultat torde det dock knappast röra sig om några större temperaturskillnader.

Slutinventering av försöket utfördes i början av maj 1946, varvid snöskytte-skadornas omfattning (diameter) uppmättes (se tab. 3). Det visade sig, att skadorna nästan genomgående blivit större i de fall, då de infekterade kvistarna varit placerade på halmmattan, där temperaturen bör ha varit något högre än på otäckt mark åtminstone under hösten på grund av det värmetil-

skott, som bör ha kommit från den under halmmattan otjälade marken. Dessutom framträdde även i detta försök betydelsen av snötäckets tjocklek.

Beträffande iakttagelser under vintern kan nämnas, att enligt skogsmästare HENRIKSSON, som handhaft uppsikten över försöket, tydliga spår av snöskytteangrepp kunde iakttagas i form av grönbrunfläckiga barr, mellan vilka fina gråvita hyfer utbredde sig, redan i mitten av januari på de kvistar, som infekterats under oktober och november.

Under vintern 1945/46 utfördes ett antal regelbundna temperaturmätningar dels i själva markytan, dels på 15 cm och dels på 30 cm djup för att närmare studera marktemperaturens inflytande. Dessa observationer gjordes dels i en sluten granskog av råhumustyp i Nymyrtjälen på Svartbergets försökspark i Västerbotten, dels på en öppen tallhed i närheten och dels slutligen på en något fuktigare tallhed med enstaka fröträd av tall jämte undervegetation av gran och björk. Mätningarna utfördes med av ÅNGSTRÖM (1936) specialkonstruerade termometrar nedsänkta i särskilda ebonithylsor på 15 och 30 cm djup i marken. Termometerkulan (kvicksilver) omgives på dessa instrument av en särskild kammare fylld med luft, varigenom kvicksilverpelarens ändringar ske mycket långsamt vid temperaturvariation och marktemperaturen utan felkällor kan avläsas genom termometerns upptagande ur hylsan. Temperaturen avlästes en gång i veckan. Samtidigt med temperaturmätningarna uppmättes även snöns djup invid graderade stolpar. Resultatet av de utförda observationerna har sammanställts i tab. 4.

Av tab. 4 framgår, att det under sommaren är kallare djupare ned i marken än i ytan men under vintern (från och med mitten av september till och med mitten av april) tvärtom. Vidare visa mättningsresultaten, att differensen i temperatur mellan markytan och större djup är störst under sommaren och betydligt mindre under vintern, sannolikt till största delen beroende på snötäckets utjämnande inflytande.

Vad olikheter mellan de tre observationslokalerna beträffar framgår av tab. 4, att det under sommaren i regel är varmest på den öppna tallheden i varje fall i markytan (på större djup äro temperaturskillnaderna genomgående mindre utpräglade), medan under vintern (okt.—april) temperaturen tvärtom här vanligen är lägst. Den lägsta temperaturen i markytan och på större djup under sommaren registrerades i det slutna granbeståndet på råhumusmark, där det å andra sidan i regel var varmest under vintern eller ungefär lika varmt som på heden med gran och björk (jfr RONGE 1928, 1929, BERG 1929, ÅNGSTRÖM 1936).

Vad snöns djup beträffar visar tab. 4, att betydande skillnader förefunnos mellan de tre observationslokalerna. Sålunda lade sig snön senare inne i det

Tab. 4. Temperatur (°C) i markytan samt på 15 cm och 30 cm djup juni 1945—april 1946 dels i ett äldre granbestånd på råhumusmark, dels på öppen tallhed och dels på tallhed med enstaka äldre tallar samt underväxt av gran och björk inom Svartbergets försökspark, Västerbotten. Temperaturavläsningarna utförda omkring kl. 15.

Temperature in degrees C at ground level and at 15 cm and 30 cm below ground level from June 1945 to April 1946 firstly in an old stand of spruce in raw-humus soil, secondly on open pine-heath and thirdly on pine-heath with solitary old pines with spruce and birch undergrowth in the Experimental forest of Svartberget, Västerbotten. Temperature readings made at approx. 15 o'cl.

Datum Date	Äldre granbestånd på råhumusmark Old spruce stand in raw- humus soil				Öppen tallhed Open pine-heath				Tallhed med gran och björk Pine-heath with spruce and birch				
	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm	
	i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground		i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground		i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground		
1945													
6 juni.....	6,2	4,8	4,5		7,2	8,6	7,8		6,3	6,9	6,7		
13 » .....	9,1	8,5	8,0		11,2	11,7	10,0		6,1	5,8	5,8		
20 » .....	15,4	7,4	7,4		20,0	13,3	11,1		20,5	10,0	9,0		
27 » .....	16,6	8,8	7,8		22,7	15,5	13,4		20,1	11,1	10,4		
4 juli.....	16,4	8,8	7,9		22,0	14,2	13,7		20,9	10,9	9,8		
11 » .....	17,9	9,5	9,0		25,5	18,2	16,1		23,1	14,0	12,7		
18 » .....	20,5	15,1	12,0		21,7	20,2	17,9		19,5	15,2	13,1		
25 » .....	10,0	14,9	14,9		9,8	15,3	15,2		10,1	15,1	15,1		
1 aug.....	17,9	15,0	15,1		17,9	14,9	13,5		18,0	15,3	14,8		
8 » .....	20,2	17,1	15,1		20,2	17,0	15,5		20,6	17,2	15,5		
15 » .....	15,0	15,3	15,2		14,5	15,2	14,6		14,6	14,9	14,6		
22 » .....	13,2	10,6	10,2		16,2	14,2	13,1		15,8	14,2	14,1		
29 » .....	12,0	11,3	11,1		12,1	11,6	11,0		12,0	11,5	11,1		
5 sept.....	12,1	11,3	11,1		12,2	11,6	11,1		12,2	11,6	11,1		
12 » .....	5,1	6,2	7,9		5,3	9,2	8,9		5,3	9,6	9,0		
19 » .....	2,9	6,1	7,8		3,1	9,2	8,7		3,2	9,4	8,6		
26 » .....	4,7	4,8	5,6		4,8	6,0	6,0		4,7	6,1	5,9		
3 okt.....	9,7	5,5	5,6		10,5	7,0	5,9		10,0	5,2	5,7		
10 » .....	0,4	3,5	4,5		0,2	3,2	3,9		0,1	3,2	4,0	4	
17 » .....	0,2	0,7	1,8		0,2	0,6	1,6	2	0,0	0,6	1,5	9	
24 » .....	0,5	0,9	0,9		0,7	0,6	1,2	5	0,7	0,8	1,0	8	
31 » .....	—0,5	—0,1	1,0		—1,6	—1,4	—0,1	4	—0,8	0,5	1,1	8	
2 nov.....	—0,2	—0,1	1,0		—0,3	0,0	0,0	0	—0,2	—0,1	0,0	8	
7 » .....	—2,5	—0,6	—0,1		—4,1	—1,8	—0,5	0	—1,8	—1,0	—0,4	8	
14 » .....	—1,6	—1,0	—0,5	2	—3,5	—1,5	—1,1	5	—3,9	—1,2	—0,4	10	
21 » .....	—5,0	—2,3	—0,9	2	—8,5	—4,0	—3,1	5	—11,5	—4,0	—2,9	11	
28 » .....	—1,5	—0,8	—0,7	6	—4,0	—2,7	—1,5	11	—4,7	—2,9	—1,9	19	
5 dec.....	0,6	0,5	0,2	5	1,0	0,8	0,8	9	0,7	0,5	0,5	15	
12 » .....	—4,5	—2,5	—1,7	7	—7,0	—4,5	—4,0	11	—5,0	—3,1	—1,8	15	
19 » .....	—2,1	—1,8	—1,1	12	—6,0	—4,8	—4,1	18	—3,5	—2,0	—0,8	21	
26 » .....	—4,5	—4,0	—3,0	12	—5,7	—3,5	—3,1	18	—3,5	—1,9	—0,6	22	
1946													
2 jan.....	—4,0	—3,1	—1,5	15	—7,0	—5,5	—4,2	23	—4,5	—1,8	—0,5	26	
9 » .....	—4,0	—3,1	—1,7	15	—4,1	—3,5	—2,0	23	—3,5	—1,0	—0,6	27	
12 » .....	—2,0	—1,7	—1,0	25	—3,0	—2,0	—2,0	34	—2,0	—1,0	—0,5	43	
20 » .....	—2,0	—1,7	—1,0	23	—3,5	—2,5	—2,1	31	—2,7	—1,3	—0,8	39	
27 » .....	—1,9	—1,6	—1,2	23	—3,1	—2,5	—2,5	31	—1,8	—1,1	—0,5	39	

Datum Date	Äldre granbestånd på råhumusmark Old spruce stand in raw- humus soil				Öppen tallhed Open pine-heath				Tallhed med gran och björk Pine-heath with spruce and birch			
	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm	Temperatur Temperature			Snöns djup Depth of snow cm
	i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground		i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground		i mark- ytan at ground level	15 cm under mark 15 cm below ground	30 cm under mark 30 cm below ground	
	3 febr.....	—1,8	—1,6	—1,1	24	—2,8	—2,3	—1,9	32	—1,6	—1,0	—0,6
10 » .....	—3,0	—2,1	—1,6	38	—4,1	—3,6	—2,0	42	—2,9	—1,7	—0,9	52
17 » .....	—3,1	—2,1	—1,4	36	—4,0	—3,6	—2,1	38	—3,0	—1,6	—0,9	49
24 » .....	—2,7	—1,9	—1,1	32	—3,2	—2,6	—2,0	37	—2,9	—1,7	—0,8	48
3 mars.....	—3,0	—2,4	—1,7	33	—4,2	—3,5	—2,6	41	—3,0	—1,7	—0,9	51
10 » .....	—2,0	—2,0	—1,4	38	—3,1	—2,5	—2,1	45	—2,4	—1,4	—0,5	53
17 » .....	—3,1	—2,9	—2,1	37	—4,5	—3,8	—3,2	44	—3,0	—2,8	—2,6	51
24 » .....	—3,0	—2,9	—2,2	32	—5,0	—4,1	—3,3	38	—3,1	—2,8	—2,7	46
31 » .....	—1,7	—1,5	—1,1	26	—2,4	—2,1	—1,8	32	—1,2	—1,1	—1,0	34
5 april.....	—0,1	—0,5	—0,5	19	—0,1	0,1	0,0	17	—0,1	0,0	0,0	22
12 » .....	—0,1	—0,6	—0,5	18	0,0	0,0	0,0	15	—0,1	0,0	0,0	21
19 » .....	0,2	1,9	1,0	8	0,3	0,3	0,1		0,1	0,1	0,0	12
28 » .....	0,8	0,8	0,7		2,0	0,7	0,1		0,1	0,1	0,0	
5 maj.....	1,2	1,1	0,9		2,1	0,7	0,2		0,9	0,6	0,4	

slutna beståndet, där trädkronorna uppfångade en stor del av nederbörden. Snöns djup förblev här för övrigt också hela vintern betydligt mindre än ute på tallheden. Djupast lade sig snön i beståndet med gran och björk, där den även blev längst kvarliggande under våren (jfr fig. 32). — Inplanterade (klimpplantering) tallplantor av omkr. 6 dm höjd, som på hösten ympades med snöskytte på olika höjd, visade också, att angreppet på heden med gran och björk sträckt sig upp till maximalt 42 cm över marken, på den öppna heden till 30 cm höjd och i den slutna granskogen blott till maximalt 26 cm höjd över marken. Dock var angreppens omfattning betydligt större i det slutna beståndet än ute på den öppna heden (resp. 21 cm och 15 cm diameter i medeltal).

De utförda mätningarna av marktemperaturen och snödjupet under vintern tyda sålunda på att åtminstone på plana marker *den minsta risken för omfattande snöskytteangrepp föreligger på stora, öppna hyggen med låg temperatur i snön*, försakad dels av en här i regel kraftig tjälbildning med låg marktemperatur under vintern, dels av ett relativt tunt snötäcke, som dessutom lättare än under överskärmande träd erhåller ökad täthet och därmed större ledningsförmåga (beträffande andra synpunkter jfr sid. 95).

Då det gäller tjälbildningens eventuella inflytande på snöskyttets utveckling måste hänsyn även tagas till markens beskaffenhet. Sålunda framhåller LINDBERG (1914) såsom sannolikt, att snöskyttehärjningarna äro svårare på morän- och rullstensmarker än på lermarker, vilket skulle sammanhänga med

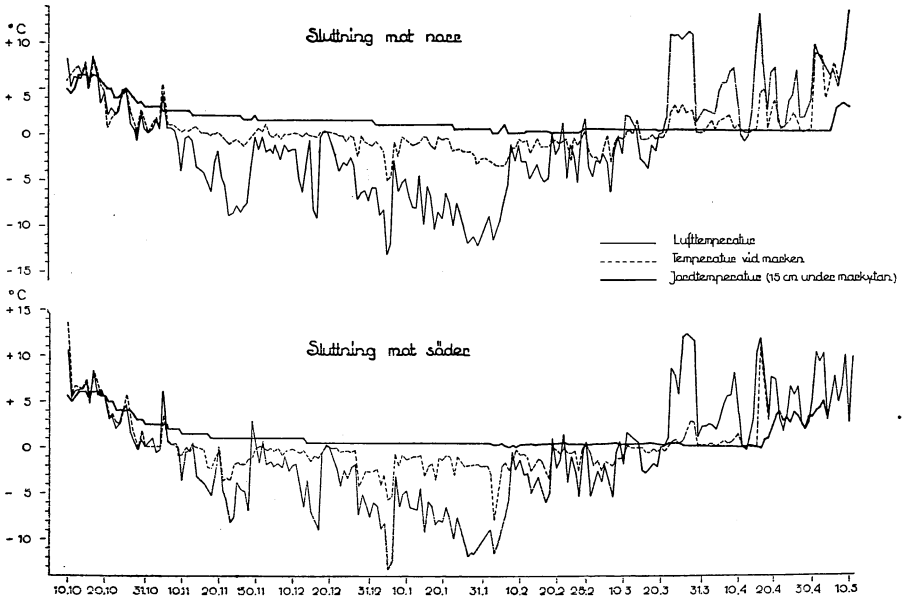


Fig. 37. Lufttemperatur och temperatur vid marken samt jordtemperatur (15 cm under markytan) i nord- och sydsluttning vintern 1944/45 i Bunkris, Älvdalen.

Temperatures of the air, at ground level and of soil (15 cm below ground level) on north and south slopes during the winter season 1944/45 at Bunkris, Älvdalen.

Sluttning mot norr = North slope. Sluttning mot söder = South slope. Lufttemperatur = Air temperature. Temperatur vid marken = Temperature at ground level. Jordtemperatur (15 cm under markytan) = Temperature of soil (15 cm below ground level).

att de senare tjälbindas tidigare och kraftigare än de förra, i vilka för övrigt mycket ofta tjäle icke alls hinner infinna sig. Även om dessa olikheter stundom kunna spela en viss roll, synas de dock knappast mera generellt böra tillmätas alltför stor betydelse (jfr BELLANDER 1916). Såsom av de utförda mätningarna och försöken framgått *spelar säkerligen snötäckets tjocklek och beskaffenhet betydligt större roll än tjälbildningen för temperaturen i barrrens omgivning, vilken såsom förut nämnts är den avgörande faktorn för snöskyttets utveckling.*

#### 4. Snötäckets djup och marktjärens utbildning på nord- och sydsluttning

Under vintern 1944/45 utfördes mätningar av temperaturen i markytan och på 15 cm djup dels på nord- och dels på sydsluttning vid Bunkris nordväst om Älvdalen i övre Dalarna. För att exakt kunna fixera tidpunkten för tjälbildning och tjällossning mättes temperaturen varannan dag. Samtidigt med registreringarna av markttemperaturen mättes även lufttemperaturen genom en slungtermometer och avlästes snöns djup längs fasta, graderade pålar samt dessutom temperaturen i snön på 1, 2, 3 o. s. v. dm höjd över

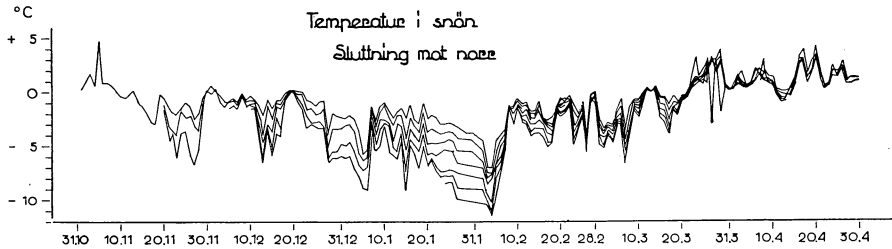


Fig. 38. Temperatur i snön på olika höjd över marken (jfr fig. 34) i nordsluttning vintern 1944/45. Bunkris, Älvdalen.

Temperatures in snow cover at different heights above ground (Cf. Fig. 34) on north slope during the winter season 1944/45, Bunkris, Älvdalen.  
Temperatur i snön = Temperature in the snow. Sluttning mot norr = North slope.

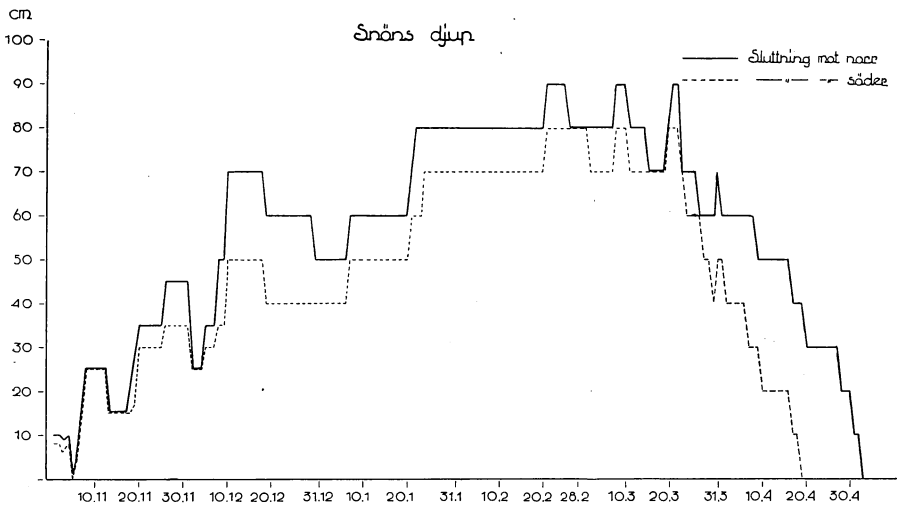


Fig. 39. Snöns djup under vintern 1944/45 på nord- och sydsluttning i Bunkris, Älvdalen. Depth of snow cover during the winter season 1944/45 on north and south slopes at Bunkris, Älvdalen.

Snöns djup = Depth of snow. Sluttning mot norr = North slope. Söder = South.

marken på samma sätt som förut omtalats (se fig. 37—39). Mätningarna utfördes kl. 15.

Av fig. 37 framgår, att ingen tjäle bildades under hela vintern 1944/45, varigenom mätningarna icke förmådde giva upplysning om de skillnader, som otvivelaktigt i normala fall finnas mellan marktemperaturen på nord- och sydsluttning. Dock framgår av fig. 37, att både temperaturen vid marken och i synnerhet jordtemperaturen (på 15 cm djup) höll sig mycket mera jämn och konstant under hela vintern än lufttemperaturen. Motsvarande mätningar av temperaturen i snön på olika djup gävo i princip samma resultat som de liknande mätningar, vilka förut närmare behandlats (jfr fig. 34). Beträffande jordtemperaturen visar fig. 37 det intressanta faktum, att denna



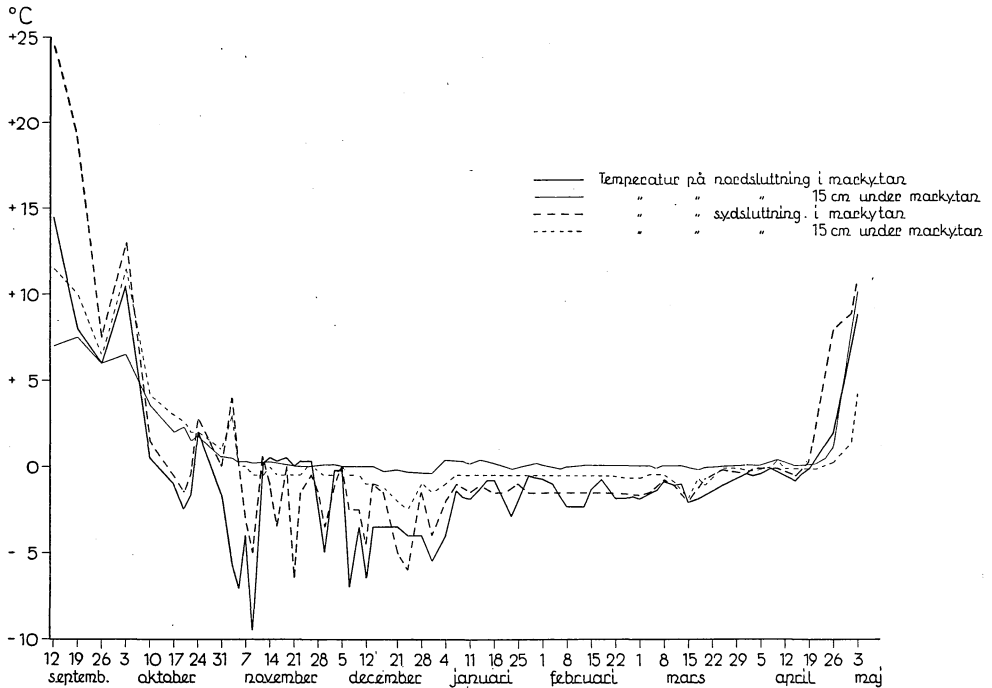


Fig. 40. Temperatur i markytan samt 15 cm under marken på nord- och sydsluttning vintern 1945/46. Brånet, Vindeln.

Temperature at ground level and at 15 cm below ground level on north and south slopes during the winter season 1945/46. Brånet, Vindeln.

Temperatur på nordsluttning i markytan = Temperature on north slope at ground level. 15 cm under markytan = at 15 cm below ground level. Sydsluttning = South slope.

temperatur hastigt ökade från det i det närmaste konstanta »vintervärdet» + 1 à 2° C på sluttningen mot söder den 16 april men på sluttningen mot norr först den 5 maj. Detta förhållande sammanhänger utan tvivel med den hastigare avsmältningen av snön på sydsluttningen (se fig. 39). Av fig. 39 framgår också, att snöns djup under högvintern var större på nordsluttningen än på sydsluttningen.

Vintern 1945/46 upprepades mätningarna av temperaturen i markytan samt på 15 cm och 30 cm djup dels på nord- och dels på sydsluttning, denna gång på vardera sidan om den i rakt öst-västlig riktning gående höjdsträckningen »Brånet» i Degerfors socken i Västerbotten. I fig. 40 har resultatet av dessa mätningar (utom beträffande temperaturen på 30 cm djup, vilken emellertid mycket nära överensstämmer med temperaturen på 15 cm-nivån, jfr tab. 4) sammanställts. Uppgifter rörande snöns djup ha sammanförts i fig. 41.

Av fig. 40 framgår, att själva markytan i regel var kallast på nordsluttningen, såvida icke snön tillfälligt smält bort på sydsluttningen, i vilket fall temperaturen här var lägre (jfr fig. 40 och 41 beträffande nov. 1945). — På

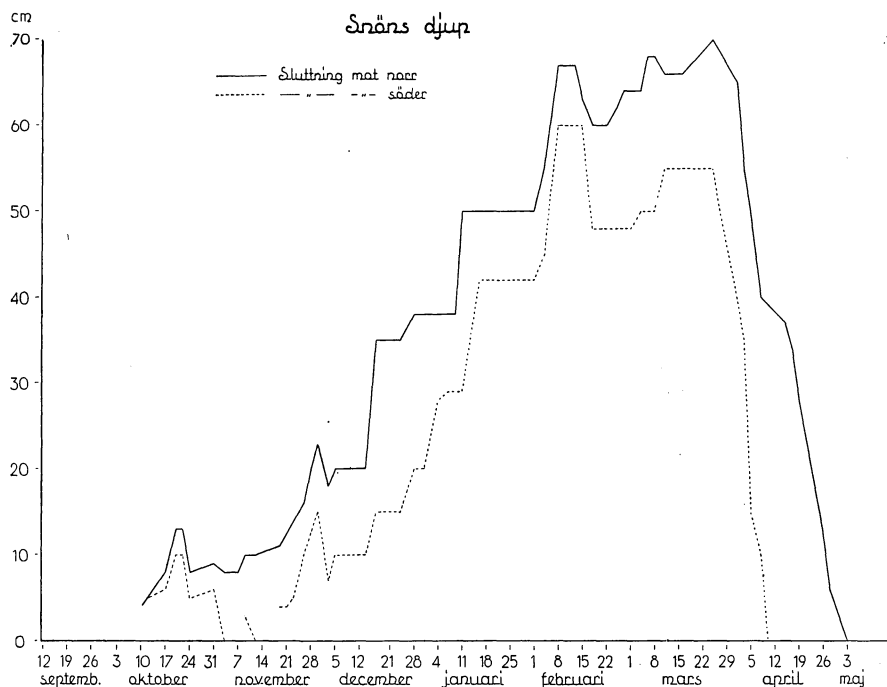


Fig. 41. Snöns djup på nord- och sydsluttning vintern 1945/46. Brånet, Vindeln.

Depth of snow cover on north and south slopes during the winter season 1945/46. Brånet, Vindeln.  
Snöns djup = Depth of snow. Sluttning mot norr = North slope. Söder = South.

15 cm djup i marken var temperaturen däremot genomgående högre på nordsluttningen än på sydsluttningen under vintern. På nordsluttningen förekom överhuvud taget knappast någon tjäle i marken på hela vintern (temperaturen i regel över  $0^{\circ}$ ), under det att temperaturen på sydsluttningen på 15 cm djup konstant höll sig under  $0^{\circ}$  från den 5 november till och med den 25 mars.

Dessa olikheter sammanhänga säkerligen framför allt med snötäckets djup. Såsom av fig. 41 framgår var snötäcket under hela vintern 1945/46 betydligt tjockare på nord- än på sydsluttningen. Vidare synes av fig. 41, att snön blev konstant kvarliggande på nordsluttningen redan från och med den 10 oktober men på grund av upprepad avsmältning (genom den kraftigare solstrålningen) på sydsluttningen först från och med den 19 november. På våren låg snön på nordsluttningen kvar ända till den 3 maj men på sydsluttningen blott till den 11 april. Marken på nordsluttningen var sålunda konstant snötäckt omkr. 2 månader längre tid än marken på sydsluttningen.

Samma registreringar utfördes även följande vinter 1946/47. Resultaten av dessa mätningar, som sammanställts i fig. 42, visa i princip full överens-

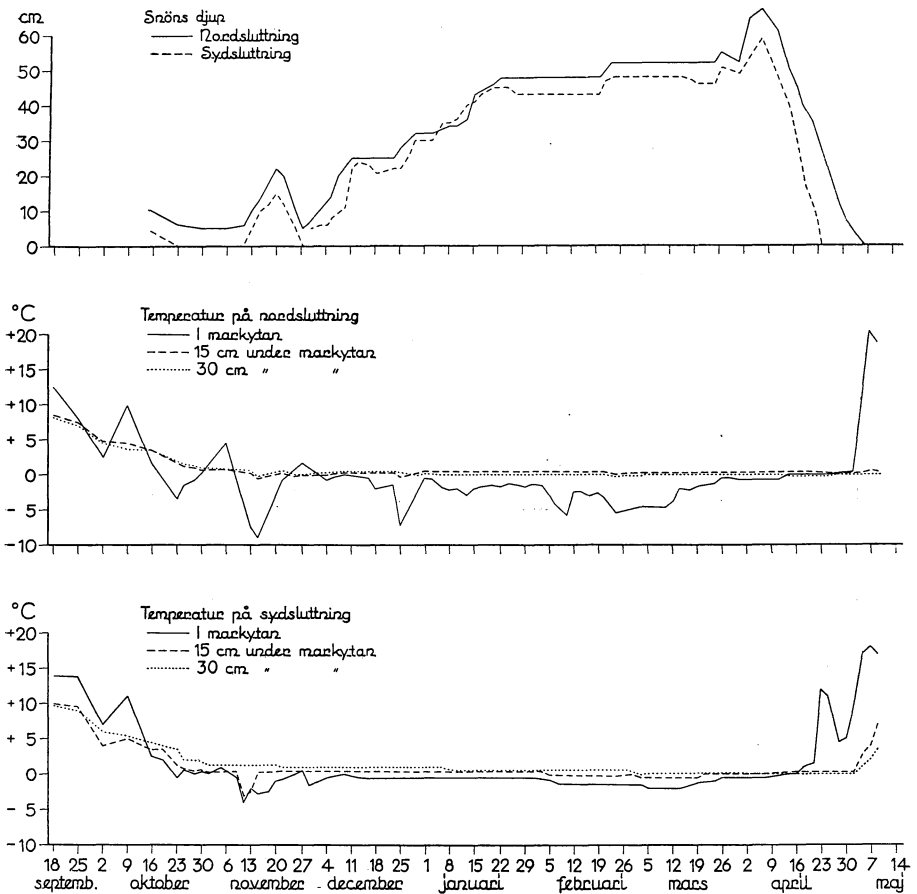


Fig. 42. Snöns djup samt temperaturen i marken på nord- och sydsluttning vintern 1946/47. Brånet, Vindeln.

Depth of snow cover and temperature in the soil on north and south slopes during the winter season 1946/47. Brånet, Vindeln.

Snöns djup = Depth of snow. Temperatur på nordsluttning = Temperature on north slope. Sydsluttning = South slope. I markytan = At ground level. 15 cm under markytan = 15 cm below ground level.

stämmelse med föregående vinters värden. Av speciellt intresse är, att temperaturen på 15 cm och 30 cm djup — som i detta fall även inlagts i diagrammet — höll sig omkr.  $0^{\circ}$  hela vintern både på nord- och sydsluttning trots mycket kraftig tjälbildning under denna kalla och snöfattiga vinter.

Det är uppenbart, att snöns värmeisolerande inflytande i hög grad inverkar på tjälbildningen i marken. Genom den upprepade avsmältningen av snö på sydsluttningen under hösten kan denna lättare tjälbindas än nordslutt-

ningen, som under samma tid är täckt av snö.<sup>1</sup> Denna på nordsluttningar sålunda stundom »magasinerade» värme i marken är säkerligen av en viss betydelse för åstadkommandet av en relativt högre temperatur i snön närmast marken, särskilt under hösten, än på sydsluttningar. Fig. 40 visar emellertid, att denna mindre tjälbildning knappast torde vara av annat än mindre och tillfällig betydelse. En mycket större roll spelar i regel såsom förut framhållits det på nordsluttningar vanligen större snödjupet samt även den mindre instrålningen av solvärme.

Frågan om snöförhållandena på nord- och sydsluttning har mycket diskuterats i litteraturen just i samband med snöskyttefrågan. Sålunda framhåller MATTSSON MÄRN (1944), att snön avsmälter långsammare på nordsluttning än på sydsluttning (jfr mätningarna i det föreg.) och att snöskyttesvampen härigenom får bättre utvecklingsmöjligheter på den förra lokalen. Detta förhållande blir enligt denne författare av mycket stor betydelse, då han såsom förut nämnts förutsätter, att svampens egentliga utveckling sker först i samband med snösmältningen. Å andra sidan har särskilt HOLMGREN (se HOLMGREN & TÖRNGREN 1932) betonat skillnaden mellan nord- och sydsluttning, då det gäller tidpunkten för snöns ankomst och kvarliggande på förvintern. Med utgångspunkt från det biologiska faktum, att svampens sporer äro mogna och färdiga att gro på hösten och förvintern, och med hänsyn till vad som i föreliggande undersökning tidigare konstaterats beträffande svampens utvecklingscykel är det också naturligt att i första rummet undersöka, vilka utvecklingsmöjligheter med avseende på förvintersnöns beskaffenhet som erbjudas svampen.

Såsom av fig. 41 framgår och även framhålles av HOLMGREN (l. c., sid. 110) smälter snön vanligen bort upprepade gånger på sydsluttningar under förvintern på grund av den starka insolationen, varvid vid inträdande kyla marken här lättare tjälbindes än på nordsluttningar, där den första snön icke avsmälter utan skyddar marken från kyla. HOLMGREN anser också, att tjälen i marken i hög grad bidrar till att åstadkomma en lägre temperatur närmast marken, vilket skulle förklara de relativt sett obetydliga snöskytteangreppen på sydsluttningar. Hans förklaring, att värme i den icke tjälbundna marken på nordsluttningar skulle ledas genom stammen upp till barren varigenom svampen skulle få bättre angreppsmöjligheter, stöder sig dock icke på några iakttagna fakta. Det är säkerligen tillräckligt att som tidigare nämnts konstatera, att värme från marken kan tillföras de nedre snöskikten på icke tjälad mark (nordsluttningar), så att snöskyttesvampen får relativt bättre utvecklingsmöjligheter, medan så icke är fallet på tjälad mark (sydsluttningar). Härför talar även det av HOLMGREN själv anförda exemplet, att en färsk stock, som

<sup>1</sup> I analogi med dessa förhållanden kan nämnas, att tjälbildningen ofta blir kraftigare det norrländska kustlandet än i inlandet.

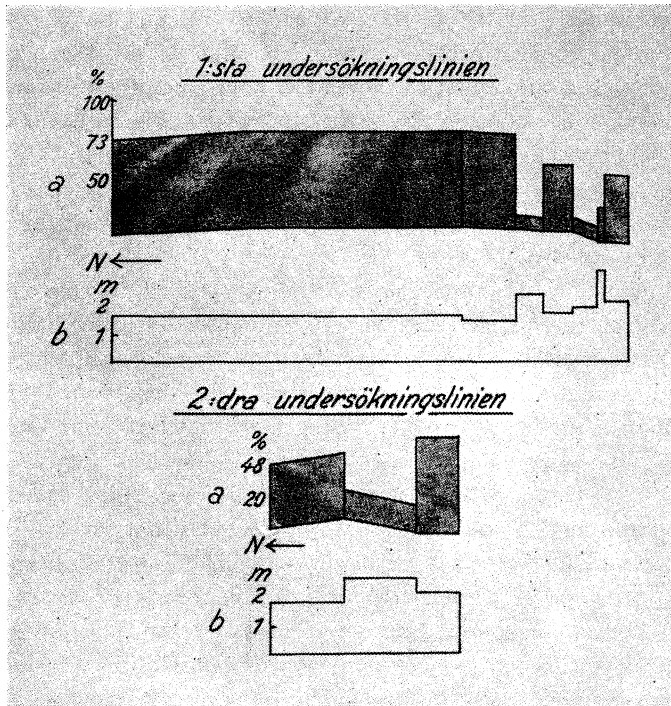


Fig. 43. Grafisk framställning av snöskytteskador på olika terräng inom kronoparken Torresjölandet, Jämtland.

Fig. *a* visar skadornas procentiska uppträdande under skilda lutningsförhållanden å marken, fig. *b* plantbeståndets höjdtutveckling. Efter HOLMGREN & TÖRNGREN 1932.

Diagram of snow-blight damages in different terrains, Torresjölandet, Jämtland. Fig. *a* shows the percental appearance of the damages under various gradient conditions, Fig. *b* height of the plants. According to HOLMGREN & TÖRNGREN 1932.  
1:a undersökningslinjen = 1st line of investigation.

nedsnöar på ofrusen mark, på våren befinnes angripen av mögel- och blånads-svampar, vilka sålunda kunna utvecklas under snön tack vare den värme, som tillförts från marken. En färsk stock, som insnöar på frusen mark, är däremot alltid helt oangripen efter snöns avsmältning.

HOLMGREN har även utfört vissa mycket intressanta undersökningar över den skada snöskytte förorsakat på mark med olika lutningsförhållanden. Han ansåg sig härvid kunna konstatera, att på svagt nord- och sydsluttande samt horisontell mark i icke mindre än 58,6 % av de spetthål och såddrutor, som kunnat identifieras efter en ursprunglig kultur, lämningar av på grund av snöskytte dödade eller svårare skadade plantor kunde anträffas, medan motsvarande siffra för starkare sydsluttningar var blott 9,5 % (se fig. 43).



Fig. 44. Goda betingelser för snöskyttesvampens infektion av tallbarren under hösten. Kläppa, Vindeln, 15 okt. 1946.  
Favourable conditions for snow-blight attack on pine needles in autumn. Kläppa, Vindeln, Oct. 15, 1946.

### B. *Fuktighetens betydelse*

Såsom förut nämnts kan man a priori utgå ifrån att snöskyttesvampen är i hög grad beroende av fuktigheten för sin utveckling. Vad substratets fuktighet beträffar uppfyller detta alla anspråk i den mån det utgöres av snö (fig. 44). Även tallbarrens fuktighet torde i regel vara tillräcklig för svampens trivsel. Ett ofta iakttaget förhållande är, att snöskyttet härjar svårast på plantor i god tillväxt med stora kraftiga barr, medan oväxtliga plantor med korta barr ofta äro betydligt mindre mottagliga. Möjligen kan detta sammanhänga med klyvöppningarnas öppningsförhållanden, vilka kunna ha stor betydelse vid själva infektionen, då all sannolikhet talar för att svampen kommer in i barren denna väg.

Mycket små plantor med korta barr, som i regel förekomma i stor mängd särskilt på tallhedar, angripas såsom förut framhållits endast i mycket ringa utsträckning av snöskytte. Måhända sammanhänger detta slag av »resistens» med snötäcketts beskaffenhet närmast marken, där ofta på frusen mark s. k. flen utbildas, vilket innebär att snön upp till c:a 1 dm ovan mark praktiskt taget förvandlas till is, i vilken snöskyttesvampen icke kan växa.

Vad luftfuktigheten beträffar finnas starka skäl att antaga, att denna är av stor betydelse för svampens utveckling. För att närmare belysa detta förhållande anordnades ett antal försök dels i laboratoriet, dels i naturen. Då i de senare alltid temperaturen samtidigt växlar, varierades denna faktor även i laboratorieförsöken.

### Försök rörande snöskyttets utveckling i under vintern nyangripna tallkvistar fritt upphängda i luft av olika relativ fuktighet

I slutet av april 1945 insamlades ett antal av snöskytte nyangripna tallkvistar av den vid denna tidpunkt karakteristiska rödbruna färgen. Kvistar av lämplig storlek upphängdes i med väl vaselin-insmord kork tillslutna Erlenneyerkolvar (fig. 45, jfr fig. 46), i vilka luftfuktigheten reglerats genom H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-lösningar enligt WALTER (1931, jfr BJÖRKMAN 1946 a, sid. 88). De luftfuktigheter som inställdes voro 100 %, 98 %, 90 % samt 85 %. Av varje fuktighetsklass användes 18 kolvar, av vilka 6 förvarades vid resp. + 5°, + 15° och + 20° C. Försöket startades i början av maj och avbröts i slutet av november. Avsikten var framför allt att undersöka, vid vilken luftfuktighet svampens vidare utveckling försiggår bäst.

Då kvistarna i november undersöktes, visade det sig, att svampens bästa utveckling ägt rum vid + 15° samt vid mättad luftfuktighet. Sålunda hade i denna försökskombination ett mycket kraftigt luftmycel av *Phacidium infestans* utbildats.<sup>1</sup> Även vid 98 % relativ luftfuktighet förekom ett kraftigt ytmycel men däremot icke vid lägre fuktigheter. Vid + 20° och vid + 5° temperatur förekom endast obetydligt yttre mycel. Vid + 5° var detta dock mera utvecklat än vid + 20° C (fig. 45).

Beträffande utbildningen av fruktkroppar, som försöket i första hand avsåg att belysa, visade det sig, att mogna apothecier endast utvecklats i relativt ringa omfattning, bäst vid + 15° och 98 % luftfuktighet. Vid 100 % fuktighet förekommo i regel endast fruktkroppsanlag i form av de för *Phacidium* karakteristiska svarta prickarna på barren. Även vid 90 % relativ luft-

<sup>1</sup> Kontrollerat genom renodlingsförsök. Givetvis förekommo i kolvarna dessutom även andra svampar, främst en *Penicillium*-art, men dessa överväxtes i regel av *Phacidium*-mycelet.

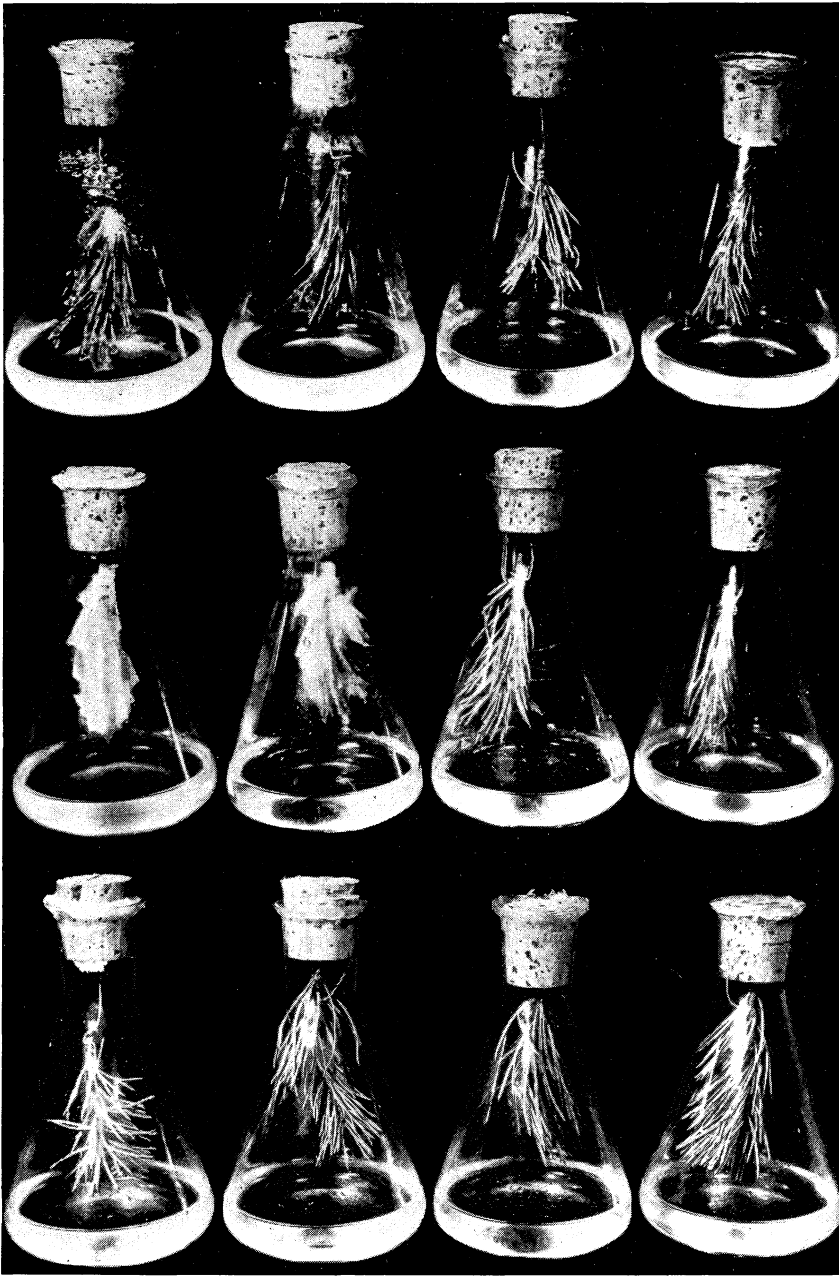


Fig. 45. Av snöskytte under föregående vinter infekterade tallkvistar, i maj 1945 upphängda i kolvar med olika relativ luftfuktighet, fr. v. t. h. på varje bild: 100 %, 98 %, 90 % och 85 %. Kolvarna förvarade vid + 20° (översta bilden), vid + 15° (mellersta bilden) samt vid + 5° C (understa bilden). Det ytliga mycelet utvecklades bäst vid 100 % fukt. och 15°, fruktkroppar vid 98 % och 15°. Skogshögskolan, nov. 1945.

Pine twigs infected with snow blight during the preceding winter and suspended in flasks with different relative air humidity in May 1945. From left to right in each picture: 100 %, 98 %, 90 % and 85 %. The flasks were stored at + 20° (top picture), at + 15° (middle picture) and at + 5° C (bottom picture). The surface mycelium develops best at a humidity of 100 % and 15°, the fruiting-bodies at 98 % and 15° C. College of Forestry, Nov. 1945.



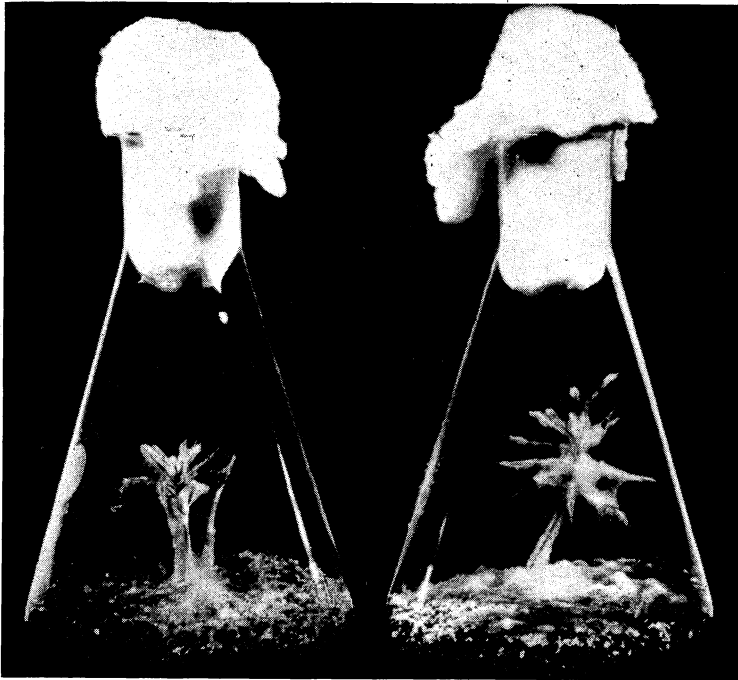


Fig. 46. *Phacidium*-mycel, som inympats på under sterila förhållanden uppdragna tallplantor (jfr MELIN 1936) och under hösten och vintern helt och hållet dödat plantorna. Försökskolvarna förvarade vid  $+5^{\circ}\text{C}$  (jfr fig. 7 hos BJÖRKMAN 1942). Uppsala, maj 1942.

*Phacidium*-mycelium inoculated in the autumn on pine seedlings, cultivated under sterile conditions (cf. MELIN 1936). The mycelium has killed the plants during the winter. The experimental flasks were stored at  $+5^{\circ}\text{C}$  (cf. BJÖRKMAN 1942, Fig. 7). Uppsala, May 1942.

fuktighet förekommo dylika anlag men däremot icke alls vid 85 % fuktighet. Vid  $+20^{\circ}$  var utbildningen av fruktkroppsanlag något kraftigare än vid  $+5^{\circ}$ . Dock förelåg som ovan nämnts en mycket tydlig skillnad mellan utvecklingen vid  $+15^{\circ}$  och vid  $+20^{\circ}$ . *Utvecklingen av fruktkroppar med mogna sporer synes sålunda gynnas av en relativt kall och förhållandevis fuktig sommar snarare än av en torr och varm sommar. Den anmärkningsvärt ringa förekomsten av utvecklade apothecier under hösten 1945 (bekräftat i maj—juni 1946 på olika lokaler i Norrbotten och Västerbotten, jfr PLYM FORSHELL 1947) står i full överensstämmelse med denna slutsats, då nämligen eftersommaren och hösten 1945 var osedvanligt torr (jfr BJÖRKMAN 1946 b, fig. 12).*



Fig. 47. Trälådor använda för variation av temperatur och fuktighet omkring tallplantor under vintern. Rosinedalsheden, Degerfors socken, Västerbotten, maj 1944.  
 Wooden boxes used for modification of temperature and moisture round pine seedlings in winter. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten, May 1944.

### C. Fältförsök belysande temperaturens och fuktighetens betydelse

#### 1. Infektion med mycel

På det förut omtalade hygget på Rosinedalsheden vid Vindeln i Västerbotten utsattes i början av oktober 1943 4 stycken trälådor (c:a  $60 \times 50$  cm yta och c:a 60 cm höga) över vardera 2 fullt friska tallplantor, vilka först genom påbindning av en agarkultur av *Phacidium infestans* infekterats med snöskytte (fig. 47). Påbindningen skedde dels på 1 dm höjd och dels på 3 dm höjd på motsatta sidor av plantan. Sedan den första kvarliggande snön fallit, höllos 2 av dessa lådor hela vintern konstant väl överskottade av snö, medan de 2 övriga lådorna höllos helt fria från snö. Avsikten härmed var att åstadkomma en viss variation i relativ luftfuktighet och för övrigt även temperatur för plantorna i de båda försöksserierna. Man kan taga för givet, att under lådorna med överskottad snö luften höll sig praktiskt taget fuktighetsmättad medan fuktigheten i de otäckta lådorna visserligen även måste ha varit mycket hög men dock varierat med fuktigheten i det fria. Skillnaden i temperatur under snötäckta och otäckta lådor fastställdes genom direkta mätningar medelst långa precisionstermometrar, vilka stuccos ned i ett särskilt hål (kork

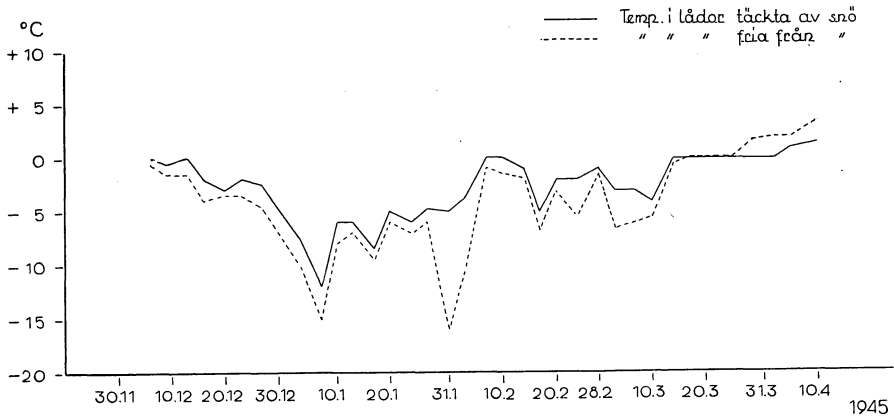
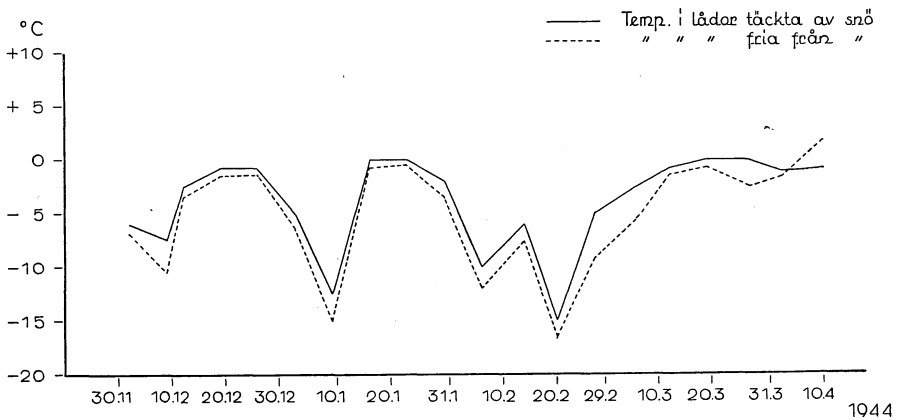


Fig. 48. Temperatur under trälådor täckta med snö samt under lådor permanent friskottade från snö vintern 1943/44 resp. 1944/45. Rosinedalsheden, Degerfors socken, Västerbotten.

Temperature under wooden boxes covered with snow and under boxes permanently freed from snow during the winter seasons 1943/44 and 1944/45 resp. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.  
Temp. i lådor täckta av snö = Temperature in boxes covered with snow. Fria från snö = Freed from snow.

annars här isatt) i lådornas »tak». Av fig. 48 framgår, att det som beräknat alltid var varmare under den snötäckta lådan.

Då försöket närmast avsåg att studera skillnader i luftfuktighet och temperatur under höstmånaderna, vilka enligt vad som förut framhållits av allt att döma äro av stor betydelse för svampens utveckling, anordnades en kontrollserie med 4 likadana lådor, vilka den 15 januari placerades över 2 tallplanter, som infekterats samtidigt med de egentliga försöksplantorna, d. v. s. i början av oktober. Två av lådorna höllos även i kontrollserien överskottade med snö medan de två övriga lådorna höllos fria. Innan dessa lådor

Tab. 5. Snöskytteangreppets omfattning (diameter angripen barrmassa i mm) på 40—50 cm höga tallplantor, vilka den 1 oktober på två ställen (resp. 1 och 3 dm höjd) ympats med *Phacidium*-mycel. Över 2 och 2 av plantorna utsattes dels den 1 oktober, dels den 15 januari följande år 4 stycken täta trälådor, av vilka två stycken av varje slag konstant höllos täckta med snö och 2 stycken fria från snö. Försöket utfördes dels vintern 1943/44, dels vintern 1944/45. Revision utförd i början av maj resp. 1944 och 1945.

Extent of snow-blight attack (diameter in mm of needle volume affected) on pine seedlings 40—50 cm high, which were inoculated with *Phacidium*-mycelium in two places (at a height of 1 and 3 dm resp.) on Oct. 1. The plants were placed in pairs under 4 tight wooden boxes partly on October 1, partly on January 15 of the following year. Two of each group of boxes were constantly kept covered with snow and two of each group were kept free from snow. The experiment was carried on during the winter 1943/44 and the winter 1944/45. An inspection was made in the beginning of May 1944 and 1945 resp.

Ingen snö omkring plantorna No snow round the plants				Snö omkring plantorna till 15 jan. men därefter bortskottad Snow surrounding the plants until Jan. 15 but afterwards removed			
(Trälådor utsatta över plantorna 1 okt.) (Wooden boxes put over the plants on Oct. 1)				(Trälådor utsatta över plantorna 15 jan.) (Wooden boxes put over the plants on Jan. 15)			
Högre luftfuktighet och temperatur High air humidity and rel. high temperature (Med snö på lådorna) (Snow-covered boxes)		Lägre luftfuktighet och temperatur Lower air humidity and temperature (Utan snö på lådorna) (Boxes without snow)		Högre luftfuktighet och temperatur High air humidity and rel. high temperature (Med snö på lådorna) (Snow-covered boxes)		Lägre luftfuktighet och temperatur Lower air humidity and temperature (Utan snö på lådorna) (Boxes without snow)	
a		b		c		d	
1944	1945	1944	1945	1944	1945	1944	1945
65 70	120 105	— —	30 35	150 120	170 180	30 25	45 45
80 75	90 110	— —	20 30	210 140	195 180	35 15	60 50
85 80	115 100	5 6	30 30	200 180	175 165	20 40	50 50
95 85	125 110	5 4	25 35	210 250	170 165	30 20	45 35
Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average	Medeltal: Average
80 mm	109 mm	5 mm	29 mm	183 mm	168 mm	27 mm	48 mm

påsattes, befriades plantorna från all snö, som omgav dem. På detta sätt kunde en direkt undersökning utföras över

- 1) vad substratfuktigheten (snö) omkring plantorna under hösten betyder för snöskytteinfektionen,
- 2) hur olika luftfuktighet inverkar på svampens utveckling samt
- 3) vad temperaturen oberoende av snön men för övrigt under naturliga betingelser betyder.

Försöket anordnades på identiskt samma sätt även vintern 1944/45. Inventeringen av försöket skedde både 1944 och 1945 i början av maj.

Av tab. 5 framgår, att de mest utbredda angreppen genomgående drabbat de plantor, som dels under hösten och förvintern helt eller delvis varit omgivna

av snö och därefter täckta av lådor med överskottad snö, varigenom temperaturen under hög- och eftervintern kunde hållas relativt hög (c i tab. 5).

Om luftfuktigheten hållits lika hög som i föregående fall under hösten och förvintern genom att en snötäckt låda varit utsatt över försöksplantorna, voro angreppen likaledes tämligen kraftiga (a). Skillnaden i angreppets omfattning i serierna c och a kan alltså anses som ett uttryck för i främsta rummet betydelsen av snö omkring plantorna ur substratfuktighetssynpunkt under förvintern.

Betydligt mindre skador uppkommo, om plantorna visserligen voro omgivna av snö under höst och förvinter men efter den 15 januari rensopades från snö och täcktes av lådor, från vilka snön hölls borta hela vintern därefter (d), så att kylan blev ungefär densamma som i det fria.

Allra minst blevo snöskytteangreppen, om plantorna redan från 1 oktober täcktes av lådor, som hela vintern igenom höllos fria från snö. Härigenom kommo plantorna icke på hela vintern i kontakt med snön och utsattes sålunda direkt för vinterkölden (b). Den relativa fuktigheten under lådorna kan emellertid antagas ha varit mycket hög under hösten, vilket i förening med en dock icke alltför låg temperatur under vinterns tidigare del möjliggjort vissa snöskytteangrepp åtminstone vintern 1944/45. Under vintern 1943/44 voro angreppen mindre och dessutom dogo 2 av plantorna sannolikt på grund av kyla under den ena av lådorna i denna försöksserie. Skillnaden i angreppets omfattning mellan a och b i tab. 5 kan anses vara ett uttryck huvudsakligen för temperaturens betydelse för snöskytteskadans storlek.

Vill man — trots de brister, som vidlåder ett ekologiskt försök som det föreliggande — söka ett uttryck för betydelsen av snö omkring plantorna under hösten ur både substratfuktighets- och temperatursynpunkt, kan denna anses representerad av skillnaden d—b.

Temperaturens direkta inflytande *under högvintern* för svampens tillväxt kan slutligen anses representeras av skillnaden c—d. Både försöksserien c och d äro nämligen lika behandlade till den 15 januari, då lådorna sattes över plantorna men i den ena serien (c) höllos täckta av snö, i den andra (d) däremot fria från snö. Av den omständigheten, att skillnaden c—d är tämligen stor, kan man sluta sig till att svampens tillväxtmöjligheter under högvintern äro av stor betydelse för angreppets storlek.

Denna skillnad (c—d), som huvudsakligen beror på olikheten i temperatur, liksom även skillnaden a—b är mycket större än skillnaderna c—a och d—b vilka huvudsakligen såsom förut nämnts betingas av den fuktighet, som den barren omgivande snön under förvintern erbjuder. Härav torde man kunna draga den slutsatsen, att temperaturen är av större betydelse än substratfuktigheten för svampens utveckling förutsatt att luftfuktigheten är relativt hög, vilket i regel också är fallet under höst och vinter.



Fig. 49. Kraftigt utvecklat mycel av snöskyttesvampen, utväxt som ett spindelnät över en i oktober 1944 med en renkultur av *Phacidium* infekterad tallplanta, som hela vintern stått under en snötäckt trälåda, varvid betingelserna för mycelets utveckling blevo synnerligen gynnsamma, d. v. s. hög relativ luftfuktighet och förhållandevis hög temperatur. Rosinedal, Degerfors socken, Västerbotten, maj 1945. Den just borttagna trälådan synes t. h.

Strongly developed mycelium of the snow-blight fungus, which has spread like a cobweb on a pine seedling infected in October 1944 with a pure culture of *Phacidium* and kept under a wooden box covered with snow during the winter. These conditions were very favourable for the development of the mycelium, namely high relative air humidity and comparatively high temperature. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten, May 1945.

Av mycket stort intresse är att studera svampens utveckling under de uppställda lådorna, där luften av allt att döma var mättad med fuktighet långt efter snösmältningen och alltså betingelserna för ytmycelets utveckling gynnsamma. Fig. 49 togs sålunda omedelbart efter den skyddande lådans (t. h.) avlyftande och visar en tallplanta till stor del inhöljd just i snöskyttesvampens ytmycel, som här icke haft någon snö att växa i utan omspunnit plantan som en spindelväv.<sup>1</sup>

## 2. Infektion genom sporer

I början av september 1945 upphängdes små påsar av stramalj innehållande snöskytteangripna tallbarr med i det närmaste mogna apothecier på små trästolpar c:a 50 cm över marken och intill vardera 2 tallplantor på 2 à 3 dm avstånd från stolpen (se fig. 50). Över 4 stycken dylika grupper av 2 plantor med infektionsmaterial ställdes en trälåda (jfr föreg. försök) redan den 15

<sup>1</sup> Att det verkligen var *Phacidium*-mycel fastställdes genom renodlingsförsök. Även *Pullularia pullulans* förekom dock samtidigt i kontrollkulturerna.



Fig. 50. Smittoförande snöskyttebarr inneslutna i en stramaljpåse, uppsatt på en trästolpe 2 dm från två tallplantor vilka 15 sept. 1945—3 maj 1946 jämte stolpen med barrpåsen voro täckta av en tät trälåda. På grund av den höga fuktigheten under lådan har en synnerligen livlig sporspridning från fruktkropparna på infektionsbarran i påsen ägt rum. De svarta prickarna på stramaljen utgöra sålunda märken efter sporer av *Phacidium* men även av *Pullularia pullulans*-konidier, som fastnat i maskorna och grott där. Rosinedalsheden, Degerfors socken, Västerbotten, maj 1946.

Infectious needles in a canvas bag attached to a wooden post at a distance of 2 dm from two pine seedlings kept under a tight wooden box from Sept. 15, 1945 to May 3, 1946. On account of the high moisture under the box, an extremely lively dissemination of spores from the fruiting-bodies on the needles in the bag has taken place. The black spots on the canvas are traces of *Phacidium* spores, but also of *Pullularia pullulans* conidia which have stuck and grown in the meshes. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten, May 1946.

september, innan ännu snöskyttets spontana sporspridning kommit i gång. Över ytterligare 4 dylika grupper utplacerades lådor först den 15 januari liksom i föregående försök. 2 av lådorna i varje grupp höllos liksom i detta försök täckta med snö, medan de två övriga höllos fria från snö. Försöket anordnades på Rosinedalsheden i Västerbotten och inventerades i början av maj 1946.

Vid borttagandet av lådorna i maj 1946 visade det sig, att samtliga plantor under de den 15 september föregående år påsatta lådorna voro totalt dödade av snöskytte medan plantorna under de lådor, som utsattes först den 15 januari, voro fullt friska. Vidare voro stramaljpåsarna, som förvarats under de i september påsatta lådorna, alldeles gråsvartprickiga. Då tallbarr med *Phacidium*-sporer förvarats i påsarna, låg det mycket nära till hands att tänka sig, att dessa »prickar» härstammade från dylika sporer som fastnat i stramaljen och grott där. En närmare undersökning med renkultur på maltagar av med steriliserad sax försiktigt lösklippta bitar av stramaljen visade, att ur 2 olika prov *Phacidium*-mycel kunde erhållas. Ur större delen av de uttagna proven framväxte emellertid endast *Pullularia*-mycel. Även från barr av de angripna plantorna, på vilka ytliga mycel förekommo vid lådornas borttagande, kunde *Phacidium*-mycel isoleras. Sekundärt voro emellertid dessa plantor infekterade av en mängd andra svampar och bakterier. — Under två lådor, som den 15 september i kontrollsyfte utsatts över vardera två tallplantor, vilka icke infekterades med snöskytte, voro plantorna däremot fullt friska och fria från svampmycel.

Av stort intresse var de tydliga tecknen på en kraftig sporspridning just under lådorna med hög fuktighet under hösten, under det att inga sådana tecken kunde iakttagas på de 4 stramaljpåsar med samma infektiösa material, som samtidigt hängt fritt exponerade under bar himmel. Då inga skillnader i sporspridningsfrekvens kunde konstateras med hänsyn till olika temperatur i detta försök (jfr fig. 48), är det sannolikt, att den för sporspridningen under hösten mest avgörande faktorn utgöres av luftfuktigheten. Försöket utfördes vid ett synnerligen gynnsamt tillfälle, då hösten 1945 var ovanligt torr (se BJÖRKMAN 1946 b, fig. 12) och kontrasten mot förhållandena vid samtidig högre luftfuktighet (under lådorna) därför blev särskilt påfallande. Såsom även a priori var att vänta med hänsyn till den hygroskopiskt känsliga öppningsmekanismen hos *Phacidium*-apothecierna (jfr för övrigt även motsvarande organisation hos det vanliga tallskyttet, *Lophodermium*) kunde försöket sålunda visa, att förutsättningen för en kraftig sporspridning framför allt torde vara en fuktig höst. Växlingarna i detta avseende under olika år torde därför vara den viktigaste anledningen till den synnerligen varierande förekomsten av nya genom sporer förmedlade snöskytteangrepp. Med denna teori fullt överensstämmande äro t. ex. de av förf. gjorda iakttagelserna, att på våren 1945 efter den mycket fuktiga hösten 1944 ett stort antal nyangrepp förmedlade genom sporer förekommo, medan efter den osedvanligt torra hösten 1945 endast mycket få nya sporangrepp kunde noteras i maj 1946 på olika platser i Västerbotten och Norrbotten.

En serie vid Kläppa i Vindeln i september 1945 anordnade sporspridningsförsök enligt samma metod, som ovan beskrivits, visade även, att endast





Fig. 51. Snöskytteförande tallbarr (infekterade under föregående vinter), inneslutna i stramaljpåsar uppsatta på trästolpar bland friska tallplantor i och för studium av sporspridningen under hösten. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, sept. 1945. Pine needles, infected with snow blight during previous winter, kept in canvas bags attached to wooden posts among healthy pine seedlings for examination of the dissemination of spores in autumn. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, Sept. 1945.

obetydlig sporspridning förekommit denna höst. Från »infektionspåsar», som uppsattes mitt ibland självsådda tallplantor i god utveckling (se fig. 51), hade sålunda endast få sporer spritt sig men dock mycket tydligt i en cirkel omkring infektkällan. Längsta spridningsradien utgjorde 3,2 m. Spontan snöskytte förekom ej på försöksplatsen.

## D. Om snöskyttesvampens näringskrav

### I. Försök med olika kolkällor

Svampars förmåga att tillgodogöra sig en viss kolkälla beror ofta på den form, i vilken kvävet samtidigt tillföres. Olika kolkällor ha därför prövats, dels vid närvaro av en oorganisk, dels med en organisk N-källa i substratet, nämligen ammoniumnitrat och asparagin.

Näringslösningarna innehöllo alla följande grundlösning:

MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O.....	2 g
FeCl <sub>3</sub> , 1 %-ig lösning .....	10 droppar
Thiamin (vitamin B <sub>1</sub> ) .....	0,125 mg
Dest. vatten.....	1 000 ml

Den ena näringslösningen innehöll dessutom 2,5 g  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  och den andra 4,2 g asparagin, vilket innebär samma mängd N i båda lösningarna (jfr LIHNELL 1944).

Båda slagen näringslösningar tillsattes dessutom en buffertlösning sammansatt av  $\frac{1}{15}$  mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ -lösning och  $\frac{1}{15}$  mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -lösning på sådant sätt, att pH-värdet utgjorde 4,5 (jfr sid. 78). Samtliga kolkällor tillsattes i koncentrationen 2 %. De färdigberedda näringslösningarna autoklaverades vid ett övertryck av 1,2 atm. motsvarande  $120^\circ\text{C}$  utom lösningen som innehöll tannin, vilket av allt att döma undergår mycket kraftiga förändringar vid autoklivering. Denna lösning filtrerades därför i stället genom Berkefeld-filtrum. — För försöket användes 100 ml Erlenmeyerkolvar med 25 ml näringslösning i varje kolv. Mycelet infördes från agarplattor i form av  $2 \times 2$  mm stora ympbitar, vilka bringades att flyta på vätskeytan.

Då försöket icke avsåg en närmare karakteristik av olika kolkällors värde ur energisynpunkt utan endast att utreda vilka kolkällor svampen överhuvud taget förmår utnyttja, ha försökets resultat uteslutande uttryckts såsom producerad mycelmängd under 4 månader utan angivande av mängden samtidigt förbrukad kolkälla (tab. 6). Temperaturen hölls under försöket vid  $+10^\circ\text{C}$ .

Av tab. 6 framgår, att samtliga mycelvikter med ett undantag lågo högre i asparaginserien än i ammoniumnitratserien, vilket synes tyda på att asparaginkvävet är lättare tillgängligt för svampen än ammoniumnitratkvävet eller möjliggör ett effektivare utnyttjande av kolkällan. Olika prövade sockerarter liksom även stärkelse visade sig kunna användas av svampen i ungefär samma utsträckning. Likaså visade sig glycerin utgöra en god kolkälla. Även cellulosa kan av allt att döma utnyttjas av svampen ehuru endast relativt långsamt. På grund av svårigheten att helt skilja cellulosan (filtrerpapper) och i denna invuxet mycel från varandra kunde inga säkra värden på mycelvikten i detta fall erhållas, men rent okulärt kunde konstateras att svampen kunnat tillgodogöra sig cellulosa som kolkälla. Däremot visade sig varken pepton eller enkla aminosyror (glykokoll, asparagin,  $\alpha$ -alanin) kunna användas som kolkälla liksom icke heller urinämne eller tannin.

## 2. Försök med olika kvävekällor

På samma sätt som beträffande olika kolkällor undersöktes myceltillväxten med olika kvävekällor i näringslösningen. Försöket utfördes i två serier, dels med glykos, dels med glycerin som kolkälla, båda i 2 %-ig koncentration. Grundlösningen och buffertlösningen voro desamma som i föregående försök. Mängden av olika N-källor tillsattes på sådant sätt, att den slutliga koncentrationen N enligt beräkning blev 0,1 %. Samtliga färdigberedda lösningar i försökskolvarna steriliserades genom autoklivering. Försöksbetingelserna för övrigt voro desamma som i föregående försök.

Tab. 6. Myceltillväxt av 3 år gammal kultur av *Phacidium infestans* i näringslösningar med olika C-källor vid 10° C. pH 4,5 vid försökets början med endast obetydlig förskjutning under försökets gång. Försökstid 4 mån. Varje värde i tab. representerar medeltal för 8 försökskolvar (å 100 ml).

Growth of mycelium of a 3-year-old culture of *Phacidium infestans* in nutrient solutions with various C-sources at 10° C. during 4 months. pH 4.5 at the beginning of the experiment with only slight deviations during the experiment. Each value in the table represents an average of 8 flasks (100 ml).

C-källa C-source (2 % konc.)	Mycelorrsvikt, mg Dry weight of mycelium in mg	
	2.5 g NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> per liter	4.2 g asparagin per liter
Glykos . . . . . Glucose	197.2 ± 4.2	219.1 ± 4.8
Levulos . . . . . Laevulose	193.1 ± 5.1	167.9 ± 2.9
Sackaros . . . . . Sucrose	178.4 ± 4.0	197.3 ± 5.1
Maltos . . . . . Maltose	168.3 ± 4.3	234.5 ± 4.4
Stärkelse . . . . . Starch, soluble	174.1 ± 3.6	226.0 ± 4.7
Cellulosa . . . . . Cellulose	+ <sup>1</sup>	+ <sup>1</sup>
Glycerin . . . . . Glycerol	127.5 ± 3.1	192.6 ± 3.2
Glykokoll . . . . . Glucocoll	0	0
Asparagin . . . . .	0	0
α-alanin . . . . .	0	0
Pepton »Witte» . . . . . Peptone	0	0
Urinämne . . . . . Urea	0	0
Tannin . . . . .	0	0
Utan C . . . . . Check (no C)	0	0

<sup>1</sup> Tydlig sönderdelning men mycelet ej möjligt att isolera.  
Visible dissolution but isolation of the mycelium impossible.

Av tab. 7 framgår, att samtliga prövade kvävekällor — såväl oorganiska som organiska — voro användbara som N-källa för *Phacidium infestans* och i ungefär lika grad med glykos och glycerin som C-källa. Kvävet kunde sålunda lätt avspjälkas från sådana organiska ämnen (glykokoll, asparagin, urinämne), vilka såsom kolkällor endast ytterst obetydligt eller icke alls kunde utnyttjas av svampen.

Den generella slutsatsen av de utförda försöken — i den mån en sådan kan anses berättigad — synes sålunda bli, att snöskyttesvampen är ytterst litet nogräknad med sitt substrat beträffande olika C- eller N-källor. Av särskilt intresse är, att svampen visat sig kunna utnyttja ren cellulosa. Detta

Tab. 7. Mycelltillväxt av 3 år gammal kultur av *Phacidium infestans* i näringslösningar med olika N-källor vid 10° C. pH 4,5 vid försökets början med endast obetydlig förskjutning under försökets gång. Försökstid 4 mån. Varje värde i tab. representerar medeltal för 8 försökskolvar (å 100 ml).

Growth of mycelium of a 3-year-old culture of *Phacidium infestans* in nutrient solutions with various N-sources at 10° C. during 4 months. pH 4,5 at the beginning of the experiment with only slight deviations during the experiment. Each value in the table represents an average of 8 flasks (100 ml.)

N-källa N-source (0,1 % konc.)	Mycel torrsvikt, mg Dry weight of mycelium in mg	
	Glykos Glucose (2 % konc.)	Glycerin Glycerol (2 % konc.)
NH <sub>4</sub> Cl . . . . .	140,7 ± 2,2	139,7 ± 2,9
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . . .	132,0 ± 2,0	128,9 ± 3,4
KNO <sub>3</sub> . . . . .	157,1 ± 3,4	145,0 ± 2,5
Glykokoll . . . . . Glucocoll	143,6 ± 3,2	134,8 ± 2,7
Asparagin . . . . .	157,5 ± 4,0	144,7 ± 2,5
α-alanin . . . . .	149,7 ± 3,0	136,5 ± 2,8
Urinämne . . . . . Urea	172,5 ± 3,7	147,7 ± 2,7
Nukleinsyra . . . . . Nucleic acid	156,2 ± 3,4	145,3 ± 3,2
Utan N . . . . . Check (no N)	0	0

faktum står i god överensstämmelse med det sätt, på vilket svampen attackerar barren. På fig. 52 synes sålunda, hur cellulosaembranerna upplösas vid svampens tillväxt i ett tallbarr. Detta förhållande kan också bidra till att förklara svampens förmåga att fortleva i döda barr (jfr sid. 34). Ehuru *Phacidium infestans* vid infektionen uppträder som en typisk parasitsvamp, är den sålunda icke en obligat parasit utan måste betecknas som en fakultativ saprofytt.

Någon förklaring till svampens bundenhet till just tallbarr ge icke de utförda försöken. Sannolikt är emellertid, att orsaken till svampens angrepp just i tallbarr icke ligger i någon specifik näringshalt i dessa barr i förhållande till t. ex. i granbarr utan i olikheter med avseende på vissa ännu okända kemiska substanser av tillväxtfrämjande eller tillväxthämmande natur, som icke äro åtkomliga med vanliga analysmetoder.

Beträffande snöskyttesvampens *syrekrav* ha inga direkta försök utförts. Dock har kunnat konstateras, att svampen kan utveckla ett kraftigt mycel även om den växer helt under vatten. I fig. 53 åskådliggöres sålunda ett exempel på submers tillväxt i destillerat vatten från en 2 × 2 × 2 mm agarbit. Den kraftiga tillväxten under dessa förhållanden ger ett åskådligt belägg för snöskyttesvampens relativt blygsamma krav på näring och syre, som man för övrigt a priori kan vänta på grund av svampens levnadssätt.

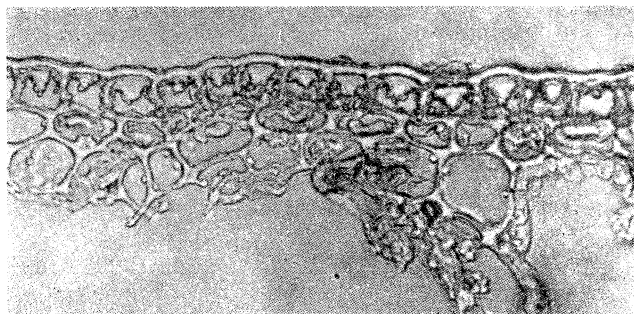


Fig. 52. Längdsnitt genom tallbarr efter fullbordat angrepp av *Phacidium infestans*. Cellulosan i cellväggarna har upplösts av svampen. 380  $\times$ . Foto T. LAGERBERG.

Longitudinal section of pine needle after completed attack of *Phacidium infestans*. The cellulose of the cell-walls has been dissolved by the fungus. 380  $\times$ . Photography T. LAGERBERG.

Snöskyttesvampens förut nämnda »ovillighet» att angripa små, undertryckta tallplantor kan möjligen i någon mån sammanhånga med barrrens näringshalt, men troligare är såsom ovan nämnts, att klyvöppningsmekanismens byggnad eller reaktioner härvid är av den största betydelsen. På grund av svampens anspråklöshet beträffande näringsämnen finnes ej heller någon större sannolikhet för att den av LINDBERG (1914) framförda tanken, att markens kalk- eller kvävehalt skulle ha betydelse för snöskytteangreppens intensitet, är riktig (jfr KAASA 1921). Vissa försök ha också utförts med påympning av snöskyttemycel på tallplantor i krukor med olika gödslad skogsjord. Någon genomgående tendens i angreppsintensiteten har emellertid icke kunnat spåras. Fruktkroppar ha icke utbildats på dessa unga plantor vare sig jorden varit gödslad eller ej.

### E. Om snöskyttesvampens utveckling vid olika pH

En faktor av betydelse vid snöskyttesvampens infektion av barren kan även tänkas vara dessas surhetsgrad. För att närmare belysa detta problem anordnades en serie försök med varierande pH i substratet. Då barren kunna vara mycket olika med avseende på näringshalt och infektionen dessutom sker vid olika tidpunkter, är det för frågans allsidiga belysning även nödvändigt att variera pH-faktorn vid olika näringstillgång och vid olika temperatur.

De försök, som utförts med varierande näringsämnen i substratet, ha hittills icke givit entydiga resultat, sannolikt huvudsakligen beroende på svårigheten att åstadkomma näringslösningar, i vilka de ursprungliga pH-värdena förbli konstanta (jfr LINDBERG 1939). Dessa försök, som äro avsedda att ytterligare kompletteras, skola här icke refereras. Vad pH-försöken med an-

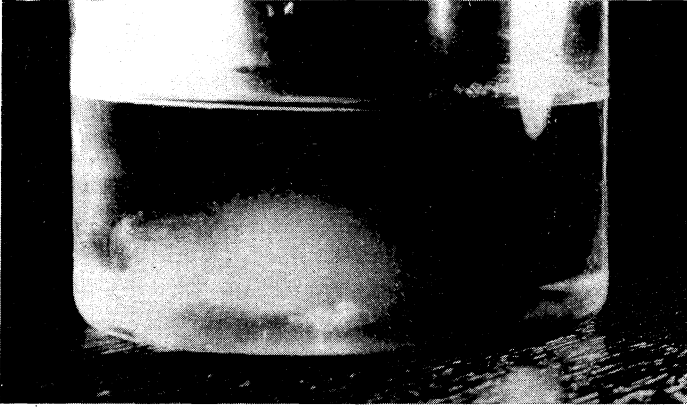


Fig. 53. Submers tillväxt från  $2 \times 2 \times 2$  mm maltagartärning av *Phacidium infestans* i destillerat vatten under 45 dagar vid  $+5^\circ\text{C}$ .

Submerged growth of *Phacidium infestans* grown out from a malt-agar cube ( $2 \times 2 \times 2$  mm) in distilled water during 45 days at  $+5^\circ\text{C}$ .

vändande av en och samma näringslösning vid olika temperatur beträffar ha dessa däremot givit vissa samstämmiga resultat. Då emellertid liknande försök utförts av PEHRSON (1948) och dennes resultat i princip väl överensstämma med de resultat, som framkommit vid de ifrågavarande försöken, skola dessa här endast i korthet omnämnas.

Som grundlösning användes följande näringslösning enligt LINDBERG (1939, 1944):

$\text{KH}_2\text{PO}_4$ .....	0,35 g
$\text{K}_2\text{HPO}_4$ .....	0,15 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ .....	0,5 g
$\text{FeCl}_3$ lösn. (Fe-konc. $1/500$ ) .....	0,5 ml
Asparagin.....	1,0 g
Glykos.....	10,0 g
Thiamin.....	0,05 mg
Dest. vatten.....	400 ml

För reglering av pH-värdet användes olika mängder av följande buffertlösningar:  $1/15$  mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 1/10$  n HCl eller  $1/15$  mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + 1/15$  mol  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  i huvusak enligt LINDBERG (l. c.). pH mättes elektrometriskt med glaselektrod enligt BECKMAN. Försöket utfördes med samma mycel och med samma slags kolvar samt i övrigt på samma sätt som föregående försök men vid 3 olika temperaturer nämligen  $+5^\circ$ ,  $+10^\circ$  och  $+20^\circ\text{C}$ . Försökstiden utgjorde 30 dagar.

De ursprungliga pH-värdena, som bestämdes efter autoklaveringen, voro 1,89, 2,26, 2,81, 3,10, 3,56, 4,00, 5,06, 5,83, 6,13, 6,91, 7,10 samt 7,63. I samtliga försökskolvar bestämdes pH även vid försökets slut, varvid kunde konstateras att endast obetydliga förskjutningar ägt rum, i regel mot större surhetsgrad.

Försöket visade, att svampen har ett tämligen vidsträckt område för optimal utveckling, i stort sett mellan pH 4 och 6. Svampen växer praktiskt taget icke alls i ett substrat med pH under 2,5 eller över 7,2. Av stort intresse var, att pH-området för optimal tillväxt syntes förskjutas med temperaturen på sådant sätt att den optimala tillväxten vid lägre temperatur (+ 5°) försiggick vid pH 4—5 medan mycelutvecklingen vid högre temperatur (+ 20°) var kraftigare vid pH 5—6. Dessa resultat överensstämma såsom förut nämnts i princip med dem som erhållits av PEHRSON (l. c.), ehuru icke fullt så utpräglade differenser i tillväxt vid olika pH-värden framkommit som i dennes försök.

Förklaringen till detta samband mellan pH och temperatur för snöskyttesvampens utveckling kan icke givas utan ytterligare undersökningar. Förhållandet torde dock knappast ha något större ekologiskt intresse på grund av snöskyttesvampens goda tillväxt inom hela pH-området 4—6, inom vilket tallbarrens surhetsgrad i regel faller.

### F. Om snöskyttesvampens beroende av tillväxtämnen

Inflytandet av tillväxtämnen, särskilt thiamin (= aneurin, vitamin B<sub>1</sub>) på snöskyttesvampens tillväxt har undersökts av PEHRSON (1948), till vilken förf. för undersökning av detta problem överlämnat en renkultur av svampen isolerad 1940 (jfr BJÖRKMÄN 1942). Svampen har sålunda befunnits vara thiamin-autotrof men endast i besittning av en starkt nedsatt förmåga att syntetisera detta ämne. Jästextrakt utövar ett kraftigt tillväxtstimulerande inflytande, som i syntetiskt medium även kan framkallas av thiamin + inositol. I närvaro av endast den ena av thiamin-komponenterna, pyrimidin, är tillväxten relativt god men däremot mycket obetydlig med endast den andra, thiazol. Om båda thiamin-komponenterna finnas i substratet, växer svampen bättre än vid närvaro av enbart pyrimidin eller av hela thiaminmolekylen.

På grund av svampens parasitiska angrepp på friska barr, i vilka thiamin och andra tillväxtämnen kunna syntetiseras, torde svampens behov av dylika ämnen under naturliga betingelser väl tillgodoses. En närmare utredning av svampens behov av olika tillväxtämnen är därför knappast erforderlig för förståelsen av svampens uppträdande i naturen.

### G. Om orsakerna till snöskyttets olika regionala utbredning och periodiska uppträdande

Om orsakerna till snöskyttets olika regionala uppträdande ha många teorier framlagts. Alla äro emellertid eniga på en punkt, nämligen att snöförhållandena äro av mycket stor betydelse. Sydgränsen för förekomst av snöskytte sammanfaller sålunda enligt vad man hittills vet tämligen väl med Norrlands-terrängens sydgräns («limes norrlandicus»). Trots att åtminstone vissa år stora snömängder falla även i Mellan-Sverige, har svampen såsom förut nämnts aldrig påträffats längre söderut än norra Västmanland. Inom hela Norrland är svampen däremot allmän företrädesvis i höjdlägen, där den knappast någonstades torde helt saknas. Även på lägre nivåer är den emellertid vissa år allmän (jfr t. ex. MATTSSON MÄRN 1944, sid. 382), särskilt längre norrut, där den t. o. m. går ned till havsytans nivå. Detta uppträdande torde huvudsakligen sammanhänga med ett tjockt, lång tid kvarliggande snötäcke. En mycket utbredd uppfattning är, att snöskytte skulle vara mera allmänt förekommande i vissa ådalar än i andra. Sålunda anses trakterna omkring Ljungan och Indalsälven vara tämligen fria från snöskytte trots relativt högt topografiskt läge. I de inre och högre delarna längs dessa älvar är emellertid snöskytte talrikt förekommande. Förhållandena växla dock starkt år från år beroende på olika klimatfaktorer, vilkas betydelse för större snöskytteskador diskuterats i det föregående. En allmän inventering av snöskyttets förekomst t. ex. längs olika floddalar skulle därför knappast kunna ge jämförbara och pålitliga resultat. En dylik inventering måste också av naturliga skäl utsträckas över en tid av flera år.

Allmännast uppträder emellertid snöskytte regelbundet på höjdlägena, där snöförhållandena alltid äro gynnsammast för svampen. De i det föregående relaterade undersökningarna ha visat, att det framför allt torde vara den relativt tidiga tidpunkten för snöfall och kvarliggande snö och i andra hand den sena snösmältningen, som är avgörande.

Överhuvud taget torde det icke finnas någon anledning att tillskriva snöskyttesvampen ett mer eller mindre gåtfullt uppträdande varken regionalt eller periodiskt. Snöskytte förekommer praktiskt taget överallt, där betingelserna äro gynnsamma för detsamma. Detta framgår för övrigt redan av det faktum, att man inom större delen av Norrlands högläntare trakter alltid påträffar *några* tallplantor angripna av snöskytte, även om inga större angrepp förekomma. På stora norrländska tallhedshyggen, där såsom senare närmare skall beröras ofta inga egentliga olägenheter uppstå till följd av snöskytteangrepp, har praktiskt taget varje planta eller plantgrupp efter sådd attackerats av svampen i begränsad omfattning vid någon tidpunkt av sin utveckling.



Om sålunda snöskyttets regionala utbredning icke bör göras mera komplicerad än den är, gäller detta i ännu högre grad om sjukdomens s. k. periodiska uppträdande. Med hänsyn till vad som i det föregående framlagts rörande svampens biologi är snöskyttets kraftiga skadegörelse några på varandra följande år och därefter upphörande framfart synnerligen lättförklarlig. Om vi antaga, att en ursprungligen frisk tallkultur av plantor i den farligaste »snöskytteåldern» (2—5 dm höga) en höst träffas av en sporinfektion, uppstå vissa snöskytteskador här och var i kulturen, men dessa bli första året mycket sällan av någon större betydelse. Under hösten mogna emellertid nya sporer, vilka om betingelserna äro gynnsamma spridas ut över kulturen och därmed öka angreppet. Men även om betingelserna icke bli gynnsamma för sporens spridning (torr höst), fortsätter svampen ändå sin utbredning från de redan uppkomna skadorna. Här växer svampen koncentriskt åt alla håll och utbreder sålunda angreppet ytterligare med åtföljande möjligheter till en omfattande sporspridning nästa höst. På detta sätt fortgår svampens tillväxt på hygget förutsatt att utvecklingsbetingelserna äro gynnsamma. Det mest extrema slutstadiet av angreppet har inträtt, då svampen dödat alla barr intill den övre gräns, som bestämmes av snödjupet. Härefter inträder en avmattning av snöskyttehärjningen helt enkelt av den anledningen, att intet mera är åtkomligt för svampen även om betingelserna för övrigt äro de bästa tänkbara. Vilka reella skador, som drabbat plantorna, beror på dessas höjd vid angreppets början och om plantorna hunnit »växa ifrån» snöskyttet, d. v. s. över den högsta gränsen för svampens utvecklingsmöjligheter.

Ett snöskytteangrepp utvecklas sålunda så småningom, kulminerar ett eller två år och går härefter tillbaka. Särskilt är detta märkbart i kulturer med ungefär jämnhöga plantor. På tallhedshyggen, där i regel plantorna äro mycket olika stora, märkes sålunda snöskyttets »periodiska uppträdande» mycket mindre. På grund av svampens i början vanligen tämligen ofarliga förekomst äger man möjlighet att sätta in eventuella bekämpningsåtgärder på så tidigt stadium, att angreppet kan hejdas.<sup>1</sup> Särskilt är detta såsom i det följande närmare skall behandlas möjligt i plantskolor, där man numera med kemiska bekämpningsmedel kan 100 %-igt hindra sjukdomens vidare utbredning.

<sup>1</sup> MATTSSON MÄRN & NENZELL (1941) beräkna sålunda ett »förökningstal» för snöskyttet i tallkulturer i mellersta Norrland av 1:4:9, vilket uttryckt såsom »spridningstal för snöskyttehärjad barrvolym» skulle motsvara 1:15:100.

#### IV. Olika tallproveniencers resistens mot snöskytteangrepp

Ett synnerligen viktigt spörsmål beträffande snöskyttet är frågan huruvida resistenta tallraser existera eller ej. SCHOTTE (1923), som ingående behandlat detta problem, fann, att snöskyttet i allmänhet och särskilt i övre Norrland angriper plantor från ett mildare klimat i mycket högre grad än dem, som komma från ett med skogsodlingsplatsen mera likvärdigt klimat, samt att plantor från ett hårdare klimat t. o. m. synas vara hårdigare mot snöskytte än plantor från ortens frö. LANGLET (1934) anser sig på grundval av vissa iakttagelser i en plantskola med tallplantor av olika proveniens ha kunnat konstatera, att plantor av ortens och nordligare proveniens blevo minst skadade. Både SCHOTTES och LANGLETS slutsatser äro baserade på iakttagelser rörande spontana angrepp i tallkulturer, där infektionen träffar plantorna av en slump och därför synnerligen ojämnt. Full beviskraft rörande vissa proveniencers resistens kan emellertid endast uppnås, om inympning av själva smittämnet — d. v. s. i detta fall snöskyttesvampen — sker på likartat sätt i olika kulturer och dessa växa under fullt lika betingelser för snöskyttesvampen.<sup>1</sup>

##### I. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 1—2-åriga tallplantor av olika proveniens i plantskola i Västerbotten

För att under fullt jämförbara förhållanden undersöka resistensen hos ett antal tallproveniencer såddes i början av juni 1943 tallfrö av olika proveniens (se tab. 8) i en särskilt iordningställd »snöskytteplantskola» i Kläppa vid Vindeln. Mindre — 1 m långa och c:a 60 cm breda — parceller användes för varje proveniens. Samma proveniens förekom upprepad i ett flertal parceller (se fig. 65).

I september inympades maltagarkulturer av *Phacidium*-mycel. Själva infektionspunkten förlades mitt i en yttre längsrad i varje parcell. Härigenom kunde sedermera svampens infektionsområde över plantorna direkt uppmätas (jfr fig. 54—56).

Försöket inventerades i maj 1944 och 1945, varvid skadornas omfattning fastställdes. Av fig. 54—56 och tab. 8 framgår, att den minsta angreppsdiаметern (i medeltal 13 mm 1944 och 90 mm 1945) förekom hos plantorna från Enare träsk (fig. 54), det näst minsta angreppet (resp. 48 och 160 mm) hos plantorna från Rovaniemi och de största angreppen hos plantorna från Södermanland (resp. 98 och 288 mm) och från Hessen (resp. 105 och 298 mm). En tydlig skillnad i angreppets omfattning kunde sålunda konstateras mellan

<sup>1</sup> Med resistens avses här motståndskraft mot snöskytteangrepp (»Ausbreitungsresistenz» enligt GÄUMANN 1945, jfr »axeny» enligt GÄUMANN 1946).



Fig. 54. Inympat snöskytte mycel (sept. 1943, vid pinnen) i parcell av 3-åriga tallplantor, uppdragna ur frö från *Enare träsk* i plantskolan i Kläppa, Vindeln. Endast obetydlig skadegörelse har uppstått. Bräderna mellan plantraderna för att motverka uppfrysning. Foto aug. 1945.

Snow-blight mycelium inoculated (Sept. 1943, at the peg) on a lot of 3-year-old pine seedlings raised from seeds from *Enare träsk* at the nursery at Kläppa, Vindeln. Only slight damage has appeared. The boards between the rows of seedlings prevent frost-heaving. Aug. 1945.

Tab. 8. Snöskytteangrepp på 1-2-åriga tallplantor av olika proveniens efter inympning av *Phacidium*-mycel i Kläppa plantskola, Vindeln, 1944-1945.

Snow-blight attack on 1-2-year-old pine seedlings of different origin after inoculation of *Phacidium*-mycelium at the nursery at Kläppa, Vindeln, 1944-1945.

Tallproveniensen Pine provenance	Nordlig bredd Lat. N	Snöskytteangreppets diameter, mm (jfr fig. 54-56) Diameter of the snow blight in mm (cf. Figs. 54-56)									
		Maj 1944					Maj 1945				
		1	2	3	4	Medeltal Average	1	2	3	4	Medeltal Average
Enare träsk ..	68° 55'	10	15	10	15	13	90	90	80	100	90
Rovaniemi ...	66° 30'	20	50	60	60	48	110	140	210	180	160
Älvsbyn .....	65° 40'	50	70	50	65	59	140	200	150	210	175
Vindeln .....	64° 11'	90	90	70	80	83	150	170	150	200	168
Strömsund ...	63° 50'	80	85	75	70	78	150	100	150	170	142
Uppland ....	60° 10'	100	80	90	90	90	270	250	250	260	258
Södermanland	59° 20'	110	100	90	90	98	350	300	250	250	288
Hessen .....	50° 20'	80	120	110	110	105	240	350	350	250	298

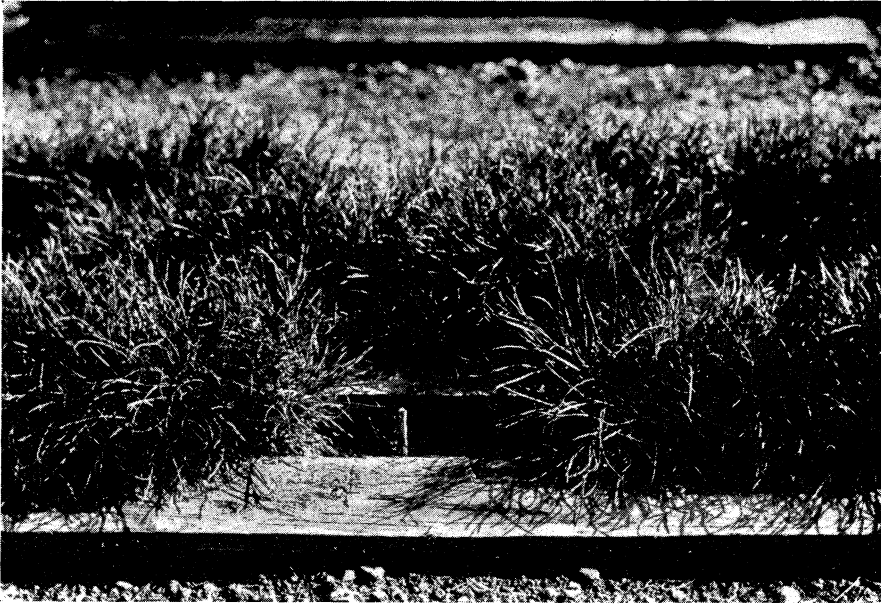


Fig. 55. Inympat snöskyttemycel (sept. 1943, vid pinnen) i parcell av 3-åriga tallplantor, uppdragna ur frö från *Jämtland* i plantskolan i Kläppa, Vindeln. En lucka i plantraden har uppkommit till följd av plantornas utgång genom snöskytte. Foto aug. 1945.

Snow-blight mycelium inoculated (Sept. 1943, at the peg) on a lot of 3-year-old pine seedlings raised from seeds from *Jämtland* at the nursery at Kläppa, Vindeln. The gap is caused by the extinction of the plants on account of snow blight. Aug. 1945.

tallplantor uppdragna ur frö av nordlig och sydlig proveniens. Helt oemotagliga för angrepp voro dock inga plantor. Utom de i tab. 8 upptagna tallprovenienser uppdrogos även plantor ur frö från Frankrike, Turkiet och Rumänien, men dessa gingo redan första vintern till större delen ut, sannolikt på grund av kyla.

## 2. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 6—7-åriga tallplantor av olika proveniens i kultur på hygge, Jämtland

I en försökskultur, planterad våren 1940 med  $\frac{1}{1}$  tallplantor av olika proveniens och anlagd av docent O. LANGLET på Torresjölandets kronopark i Jämtland på 440 m höjd över havet, infördes i september 1943 och 1944 snöskytte genom påbindning på 2 dm höjd av smittoförande tallbarr. Av vardera de 17 prövade provenienser infekterades 5 plantor. Försöket inventerades i juni följande år, varvid den angripna delen i procent av hela barmmassan an-

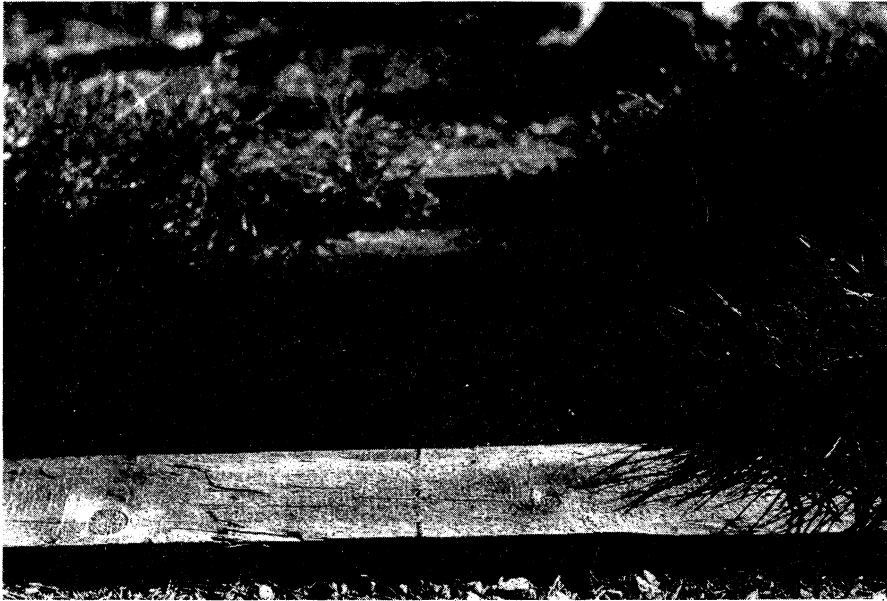


Fig. 56. Inympat snöskytte mycel (sept. 1943, vid pinnen) i parcell av 3-åriga tallplantor, uppdragna ur frö från *Södermanland* i plantskolan i Kläppa, Vindeln. Mycket kraftig avgång av plantor till följd av omfattande snöskytteangrepp (jfr den ringa skadegörelsen efter samma infektion under lika yttre betingelser i de nordliga tallproveniensererna). Foto aug. 1945.

Snow-blight mycelium inoculated (Sept. 1943, at the peg) on a lot of 3-year-old pine seedlings raised from seeds from *Södermanland* at the nursery at Kläppa, Vindeln. Heavy extinction of plants on account of extensive snow-blight attacks (Cf. the inextensive damage to pine seedlings of northern origin after the same inoculation and under similar exterior conditions). Aug. 1945.

teknades.<sup>1</sup> Detta beräkningssätt visade sig ge ett bättre uttryck för angreppsgraden än uppskattningen av skadans utbredning i längdenheter, vilket är mera lämpligt för yngre, tätt stående individ såsom i plantskolor.<sup>2</sup>

Av tab. 9 framgår, att tallplantor av nordlig proveniens synas vara mindre ömtåliga än plantor av sydlig. Mera omfattande angrepp kunde även konstateras hos en västnorsk proveniens (Svanöy), vilkens hemortsklimat i själva verket mera överensstämmer med klimatet i betydligt längre åt söder belägna trakter (angripen barrmassa 65—70 %). Minst mottagliga visade sig plantor uppdragna ur frö från Brännberg i Norrbotten samt från Rovaniemi (angripen barrmassa endast 30—40 %). De tydligt största skadorna förekommo såsom förut nämnts hos de sydligaste provenienserna Lettland, Rudczanny och Pforthen med i medeltal 80—100 % angripen barrmassa.

<sup>1</sup> Plantorna voro icke högre än att hela barrmassan under vintern verkligen hade kunnat angripas.

<sup>2</sup> Uppskattades skadorna såsom i föregående proveniensförsök i diameter angripen barrmassa, erhöles icke så stora skillnader mellan de olika plantslagen som vid skadornas beräkning i volymprocent av barrmassan.

Fig. 9. Snöskytteangrepp på 6—7-åriga tallplantor av olika proveniens efter påbindning på 2 dm höjd av smittoförande snöskytteangripna tallbarr i september 1943 och 1944 (olika plantor de båda åren). Kronoparken Torresjölandet (omkr. 400 m ö. h.), Bispgården, Jämtland, 1944—1945.

Snow-blight attack on 6—7-year-old pine seedlings of different origin after connecting them with infectious pine needles attacked by snow blight at a height of 2 dm, in Sept. 1943 and 1944 (different plants 1943 and 1944). Torresjölandet (about 400 m above sea level), Bispgården, Jämtland, 1944—1945.

Tallproveniensen Pine provenance	Nordlig bredd Lat. N.	Plantornas höjd Height of plants		Angripen barmassa, uppskattad % Needle volume affected, estimated %															
		1945, cm					1944					1945							
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Medeltal Average	1	2	3	4	5	Medeltal Average	
Tromsö.....	69° 40'	34	38	42	36	40	40	50	40	30	40	40	50	40	50	60	50		
Enare träsk...	68° 55'	46	37	44	50	43	55	40	50	35	45	45	50	60	40	40	50	48	
Rovaniemi....	66° 30'	45	41	48	44	39	40	40	40	30	40	38	40	40	50	30	40	40	
Brännberg....	65° 47'	40	35	37	44	46	40	40	30	30	40	36	30	30	30	40	30	32	
Svenskådalen..	64° 52'	35	41	38	45	40	40	50	30	40	40	40	45	40	40	50	45	44	
Vindeln.....	64° 11'	48	40	36	52	50	50	45	50	60	50	51	50	50	30	50	60	48	
Strömsund....	63° 50'	46	48	54	60	47	50	55	50	60	45	52	50	50	40	40	60	48	
Junsele.....	63° 44'	61	62	56	68	71	55	60	55	50	55	55	45	40	55	50	50	48	
Bispgården....	63° 02'	63	74	65	67	70	50	65	55	55	50	55	50	40	50	60	50	50	
Tynset.....	62° 20'	45	51	58	48	60	60	60	75	65	60	60	64	70	60	70	50	60	62
Sääminki.....	61° 53'	53	60	63	58	57	50	55	60	55	60	56	40	60	60	50	50	52	
Svanöy.....	61° 29'	42	52	61	49	50	65	60	70	60	75	66	70	60	80	60	70	68	
Hamar.....	60° 30'	50	58	51	46	44	70	60	60	80	65	67	70	80	60	70	80	72	
Axamo.....	57° 46'	47	51	47	58	51	85	65	70	75	70	73	85	90	80	70	80	81	
Lettland.....	55° 00'	47	52	55	49	52	90	85	75	75	80	81	90	90	90	80	80	88	
Rudczanny....	53° 00'	41	48	51	50	50	85	80	80	75	80	80	90	90	80	80	95	87	
Pförten.....	51° 40'	36	44	43	38	51	85	90	85	85	75	84	90	90	85	90	95	90	

### 3. Försök rörande olika resistens mot snöskytte hos 4-åriga tallplantor av olika proveniens i försöksplantering i Sundmo, Ångermanland

I en försöksplantering vid Föreningens för växtförädling av skogsträd filial i Sundmo i Ångermanland, omfattande plantor av olika nordsvensk proveniens — från Tärendö i norr till Holmsveden i söder — inympades i oktober 1946 snöskytte genom påbindning på 2 dm höjd av smittoförande tallbarr. Av vardera 6 provenienser infekterades 5 plantor och av 1 proveniens 6 plantor. De under följande vinter uppkomna skadorna inventerades i maj 1947 tillsammans med jägmästare E. STEFANSSON. Härvid användes en 6-gradig skala:

0 = inga skador

1 = 0—20 % angripen barmassa

2 = 20—40 % » »

3 = 40—60 % » »

4 = 60—80 % » »

5 = 80—100 % » »

**Tab. 10. Snöskytteangrepp på 4-åriga tallplantor av olika proveniens efter påbindning på 2 dm höjd av smittoförande snöskytteangripna tallbarr i oktober 1946. Sundmo, Ångermanland 1946/47.**

Snow-blight attack on 4-year-old pine seedlings of different origin after attaching infectious pine needles attacked by snow blight, at a height of 2 dm in October 1946. Sundmo, Ångermanland, 1946/47.

Tall- proveniens Pine provenance	Nordlig bredd Lat. N.	Angreppsgrad enligt 6-gradig skala Degree of attack according to graded scale of 6 degrees						Medeltal Average
		a	b	c	d	e	f	
Tärendö.....	67° 09'	3	2	2	3	3	—	2,6
Korpilombolo.....	66° 51'	2	2	3	3	4	—	2,8
Sarkavara.....	66° 44'	3	2	1	1	2	—	1,8
Granö.....	64° 14'	4	3	3	2	4	—	3,2
Föllinge.....	63° 40'	3	3	2	4	3	—	3,0
Voxna.....	61° 20'	5	4	5	4	3	3	4,0
Holmsveden.....	61° 07'	5	3	3	5	5	—	4,2

Resultatet av den utförda inventeringen framgår av tab. 10. Liksom i föregående liknande försök framträdde även i detta fall en tydlig tendens till större resistens mot snöskytteangrepp hos tallplantor av mera nordlig proveniens. Inga plantor voro dock helt oemottagliga för angrepp.

I ytterligare ett försök i Sundmo infekterades i oktober 1946 utplanterade 3—4 dm höga tallplantor med god tillväxt, dels från Tungsén i Dalarna (61° 16' nordl. br.), dels från Östavall i Medelpad (62° 27' nordl. br.). Dessa plantor hade året förut uppdragits i en plantskola, där snöskytte inkommit och tämligen svårt härjat praktiskt taget alla parceller utom den med plantorna från Östavall (jfr STEFANSSON 1946). Den direkta infektionen visade sig emellertid vid inventeringen i maj följande år ha åstadkommit t. o. m. något större angrepp på dessa i plantskolan skenbart »immuna» plantor än på plantor, som där svårt angripits vid den slumpvisa spontana infektionen. I försöket användes 10 plantor av vardera proveniens. Försöket visar hur försiktig man måste vara med slutsatser enbart baserade på enstaka iakttagelser i ett okontrollerat material. Av den förmodade mera resistent proveniens användes plantor härstammande från två olika träd i samma bestånd, och dessa båda plantgrupper visade sig även vid inventeringen på våren vara något olika hårt angripna av snöskytte. Detta förhållande kan möjligen tyda på att olika grad av motståndskraft även kan förefinnas hos olika träd av samma proveniens.

Även om sålunda viss olika disposition för snöskytte rent experimentellt kunnat konstateras hos tallplantor av olika proveniens såsom redan SCHOTTES (1923) iakttagelser i tallkulturer gjort sannolikt (jfr även GÄUMANN 1945), torde dock kunna sägas att snöskyttet endast i viss utsträckning bör vara möjligt att hejda genom t. ex. användning vid sådder av tallfrö av något nordligare proveniens än odlingsortens. Försöken ha nämligen tydligt visat, att ingen av de undersökta mycket olika tallprovenienser var helt oemtaglig för angrepp. Däremot kan givetvis användning av tallfrö från långt sydligare trakter innebära stora risker ur snöskyttesynpunkt. Anledning finnes också att vänta sig, att användning på höjdlägen av tallfrö från lägre belägna trakter på samma breddgrad med hänsyn till mindre resistens mot snöskytteangrepp kan visa sig ödesdiger för låglandsplantornas fortbestånd (jfr ENEROTH 1927). Försök rörande denna fråga pågå för närvarande inom Stöttingfjäll-området i Västerbotten.

De utförda försöken visa sålunda å ena sidan, att ännu inga tallprovenienser äro kända, som äro fullt resistent mot snöskytte, men å andra sidan utgör dock det faktum, att olika mottaglighet eller motståndskraft verkligen existerar, anledning till en viss optimism i fråga om det fortsatta växtförädlingsarbetet med tall i vad det för resistens mot snöskytte.

Beträffande *olika provenienser av snöskyttesvampen* — som använts som infektionsmaterial i olika försök — har hittills intet framkommit, som tyder på att dessa förmå framkalla olika omfattande angrepp.

Det är icke osannolikt, att den s. k. proveniensfrågan för tallen i Norrland till mycket stor del är ett snöskytteproblem. I vilken grad detta verkligen är fallet är emellertid omöjligt att för närvarande avgöra t. ex. med ledning av antalet utgångna träd av olika härstamning på de gamla SCHOTTESKA försöksytorna. I samband med utläggning av nya provytor för proveniensundersökningar komma därför samtidigt infektionsförsök med snöskytte att utföras och hållas under kontinuerlig observation.

Enligt LANGLET (1936) utgör torrsubstanshalten i barren ett värde, som karakteriserar plantornas fysiologiska tillstånd under höst och vinter, d. v. s. den årstid, då snöskyttet angriper barren. Torrsubstansen har visat sig kunna beräknas med ledning av dels antalet dagar med en medeltemperatur av  $+6^{\circ}\text{C}$  och däröver jämte den nordliga bredden. Den tid då temperaturen överskrider  $+6^{\circ}\text{C}$ , som av LANGLET anses utgöra vegetationsperioden eller åtminstone vara proportionell mot denna, kan i sin tur beräknas med ledning av nordliga bredden och höjden över havet. Det beräknade värdet å torrsubstanshalten (LANGLET 1936, sid. 357, 1943, sid. 297) kommer sålunda att grundas på dels latituden och dels höjden över havet med däremot svarande genomsnittliga temperaturförhållanden. Av denna anledning har i fig. 57



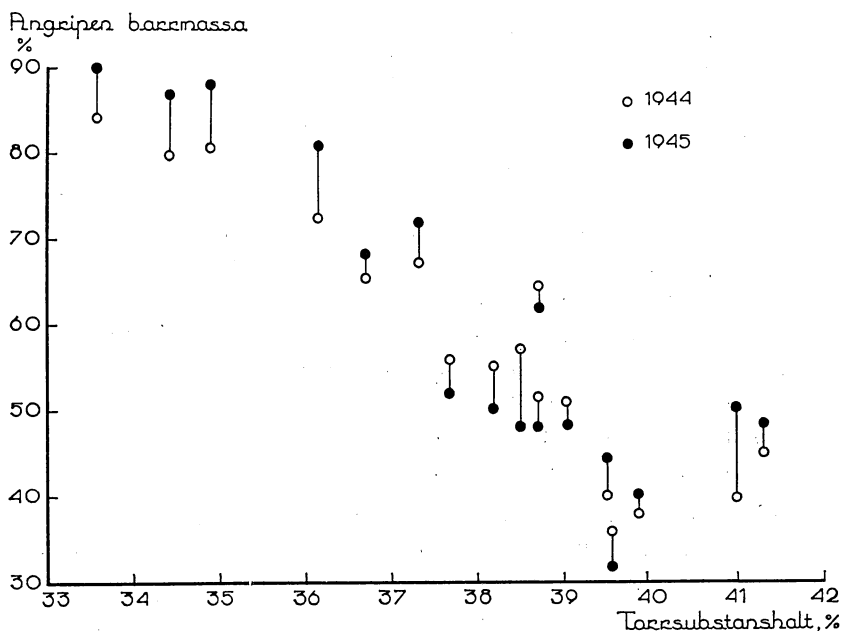


Fig. 57. Samband mellan barrrens torrsubstanshalt (% av friskvikt) och snöskytteangreppets omfattning efter infektion på likartat sätt på tallplantor av olika proveniens (se närmare tab. 9).

Correspondence between the dry substance of the needles (% of fresh weight) and extent of snow-blight damage after infection in a similar way in pine seedlings of various origin (further details in Table 9).

Angripen barmassa = Needle volume affected. Torrsubstanshalt = Dry substance.

resultaten av ympningsförsöken med snöskytte på Torresjölandets kronopark i Jämtland (tab. 9) jämförts med den beräknade torrsubstanshalten för de prövade provenienserna, vilken för de flesta dessutom empiriskt fastställts och därvid visat sig nära överensstämma med de beräknade värdena (medd. av LANGLET). Såsom av fig. 57 framgår, är en högre torrsubstanshalt i barrren i genomsnitt förbunden med mindre omfattande angrepp på barmmassan efter snöskytteinfektion. Huruvida det därvid är torrsubstanshalten såsom sådan (jfr fuktighetens tidigare framhållna stora betydelse för mycelets utveckling), som motverkar snöskyttesvampens tillväxt, eller om det är någon med torrsubstanshalten samvarierande faktor (t. ex. osmotiska trycket i cellerna, jfr sockerhalten i barrren; se tab. II och LANGLET 1936) är ovisst. Torrsubstanshalten betyder här endast ett mått på de olika proveniensernas »nordlighetsgrad» och får icke heller tagas i annan bemärkelse. Skillnaderna mellan tallplantor av sydlig resp. nordlig proveniens yttrar sig i många olika egenskaper av fysiologisk och morfologisk art. Vilken eller vilka av dessa, som direkt förorsaka de nordliga proveniensernas relativt stora resistens, kan icke utan ingående undersökningar avgöras.

Tab. II. Totalkväve och lösliga kolhydrater (reducerande substans, enl. HAGEDORN & JENSEN 1918, 1923 a o. b) i fjolårsbarr på tallplantor av olika proveniens och växtlighetsgrad. Mars 1947, Vindeln, Västerbotten.

Total nitrogen and soluble carbohydrates in the previous year's needles on pine seedlings of different origin and state of growth. March 1947, Vindeln, Västerbotten.

Plantornas beskaffenhet Quality of plants	Proveniensen Provenance	Nordlig bredd Lat. N.	N <sub>tot</sub> %	Lösliga kolhydrater % Soluble carbohydrates %
Vacker planta, 3 år..... Good plant, 3 year	Enare träsk	68° 55'	1,49	9,4
Vacker planta, 3 år..... »        »        3 ».....	Strömsund Södermanland	63° 50' 59° 20'	1,23 1,66	9,1 8,4
Kraftig tall, 8 år..... Vigorous pine	Vindeln	64° 11'	1,00	7,6
Oväxtlig tall, 20 år..... (dvärgplanta) Weak pine (dwarfed tree)	Vindeln	64° 11'	1,02	6,9

## V. Om snöskyttets betydelse som plantdödare på tallmarker i övre Dalarna och Norrland

Frågan om snöskyttets verkliga betydelse som plantdödare har mycket diskuterats under senare år, och många olika teorier ha framlagts. Man har sålunda tillskrivit snöskyttet vissa totala misslyckanden vid sådd och plantering och i vissa trakter, särskilt i övre Dalarna och Härjedalen, ansett förnyngsåtgärder överhuvud taget nära nog meningslösa på grund av snöskyttehotet. Bristen på äldre försök, anlagda för studium av snöskyttets skadeverkningar, försvårar emellertid möjligheten att med större grad av säkerhet avgöra snöskyttets verkliga betydelse. Flera andra kalamiteter än snöskytte kunna sålunda ha drabbat de unga tallplantorna, t. ex. torka eller angrepp av andra parasitvampar eller insekter, icke minst snytbaggar vilka stundom kunna ha en ödesdiger verkan på tallförnyringen (jfr även FORSSLUND 1944). Ett numera 15-årigt försök, i vilket speciellt omfattningen av snöskyttets skadeverkningar registrerats, må emellertid omnämnas.

På Stora Kopparbergs Bergslags AB:s marker i Älvdalens, Orsa, Våmhus m. fl. socknar uppskattades år 1932 de skador, som snöskytte förorsakat i olika tallkulturer. Det visade sig härvid, att snöskyttefrekvensen var mycket olika men i medeltal för 69 provytor uppgick till 42,4 % angripna och 28,6 % helt döda plantor i procent av samtliga. På vardera 3 provytor med tallsådd

uppgavs resp. 90 % och 100 % av alla plantorna ha dödats av snöskytte. Vid en sommaren 1947 företagen uppskattning på en del av de svårast angripna provytorna visade det sig, att — med undantag av de av snöskytte redan på tidigt stadium helt spolieade sådderna — i regel flera plantor överlevt angreppet än man med ledning av den första inventeringens resultat haft anledning förmoda. Dock hade givetvis snöskyttet mycket ofta åstadkommit stor oregel-mässighet i de ursprungliga sådderna, varför hjälpkultur i många fall måst utföras.

Det har vidare framkastats, att snöskyttehärjningarna på höjdlägen i många fall skulle vara orsak till granens rika förekomst i sådana trakter, där man annars skulle vänta sig tall (SJÖSTRÖM 1937, sid. 205). Snöskyttet har även tillskrivits stor betydelse för uppkomsten av luckiga bestånd på tallmarker och har av flera författare uppgivits utgöra en viktig förklaring till den bekanta gruppvisa föryngringen under äldre vanligen vidgreniga tallar särskilt på övre Norrlands dimensionshuggna tallhedar (MATTSSON MÅRN 1944, SJÖSTRÖM 1946). — För att söka bidra till lösningen av dessa frågor och närmast söka få klarhet i omfattningen av svampens skadegörelse i olika fall har ett antal provytor under senare år utlagts på olika platser i Norrland, dels i dimensionshuggna bestånd, dels på olika behandlade hyggen (markbe-redda, risdragna, brända etc.).<sup>1</sup> På de flesta av dessa provytor räknas varje år skadade och döda plantor. Försöken äro så nyligen anlagda, att säkra slutsatser ännu knappast kunna dragas av desamma. Beträffande ett av de mest aktuella spörsmålen i detta sammanhang, nämligen huruvida bränning verkar decimerande på snöskyttetfrekvensen, såsom ofta på teoretiska grunder förmodats, ha försöken ännu icke givit några tydliga utslag. Ett annat försök, anlagt på Munksunds AB:s marker i Solberg 2 mil söder om Nattavara i inre Norrbotten, har emellertid givit vissa resultat, vilka må motivera en kort redogörelse för detta försök.

På öppen tallhed av s. k. extrem typ (jfr fig. 61) utlades år 1940 2 10×12 m provytor med enhetlig vegetation (täckningsgrad enl. HULT-SERNANDER: tallplantor 4, granplantor 1, *Calluna vulgaris* 4, *Vaccinium Vitis-idaea* 1, *Polytrichum juniperinum* 1, *Cladonia rangiferina* 4, *Cladonia silvatica* 5, *Stereocaulon paschale* 3). Den ena provytan rensades från alla snöskytteskadade plantor, så att endast fullt oskadade plantor funnos kvar vid försökets början. På den andra ytan (kontrollytan) togos endast helt döda plantor bort. Samtliga plantor voro vid försökets början 3—4 dm höga.<sup>2</sup> — I en annan försöksserie anlagd 1943, som omfattade 4—5 dm höga plantor (även

<sup>1</sup> De största av dessa provytor utlades sommaren 1938 i Jokkmokks socken av jägmästare BELE BERGSTRÖM och stå numera under uppsikt av länsjägmästare SVANTE LINDROTH i Luleå.

<sup>2</sup> Enstaka friska mindre plantor jämte 2 förväxande på varje provyta borttogos även.

på dessa ytor borttogos några mindre och några större individ), avlägsnades samtliga snöskytteskadade plantor och kvistrensades de återstående på 3 provvytor till 2 dm höjd över marken och på 3 provvytor till 3 dm höjd. Inom vardera 1 av de olika slagén så behandlade provvytorerna utlades under de kvistade plantorna »septemberbarr» infekterade av snöskytte (jfr sid. 24) och inom vardera 1 av de båda slagen försöksytor utlades på samma sätt »julibarr» (likaledes infekterade av snöskytte men utan utbildade fruktkroppar; jfr sid. 24). På en provyta med vardera slaget kvistade plantor slutligen utlades inga infektionsbarr (kontrollvytor).

Av tab. 12 framgår, att snöskytte, som inkommit på en tidigare icke infekterad provyta med 3—4 dm höga tallplantor, efter 3 år dödat 32 % av plantorna och efter 6 år 48 %. Om snöskyttehärdar redan funnos inom en motsvarande provyta, hade resp. 35 och 59 % av plantorna gått ut efter samma tid. Någon avsevärd snöskytteminskande effekt hade sålunda icke uppnåtts genom röjning av smittade plantor (jfr även NENZELL 1943, sid. 324).

Av tab. 12 framgår vidare, att en kvistrensning i viss utsträckning hindrade nyinfektion av snöskyttesvampen, i synnerhet från infekterade barr på marken men även från spontan sporinfektion beroende på att de mest utsatta barrpartierna närmare marken borttagits. Efter 3 år hade sålunda utläggningen under plantorna av infektionsbarr med mogna apothecier (»septemberbarr») medfört, att 85 % av de till 2 dm höjd kvistade plantorna dött medan endast 53 % av de till 3 dm höjd kvistade gått ut. Samma förhållande gällde de plantor, som infekterats med barr utan utbildade fruktkroppar (»julibarr»), ehuru denna infektion åstadkommit en något svagare effekt (jfr tab. 2). Den spontana infektionen genom luftspridda sporer kunde med ledning av kontrollvytorernas utslag beräknas på samma tid ha åstadkommit ett avdöende av 15—17 % av de ursprungliga plantorna.

Det är givetvis mycket vanskligt att av enstaka försök draga generella slutsatser, varför de iakttagelser som gjorts på de utlagda provvytorerna — vilka dock synnerligen väl torde representera ifrågavarande typ av tallhedar med relativt riklig men starkt snöskyttehotad tallåterväxt — endast få betraktas som exempel på snöskyttets skadeverkningar. Det framgick sålunda tydligt, att snöskyttet icke hunnit döda *alla* plantorna utan att omkr. 50 % av dessa — såvida de ej utsatts för stark rotkonkurrens eller andra hämmande inflytelser — förmått växa upp till riskfri höjd. Villkoret härför var emellertid, att plantorna höllos ungefär jämnhöga, varvid såsom förut nämnts snöskyttet så småningom försvinner i brist på »näring», d. v. s. tillgängliga tallbarr under högsta snödjupsnivå. Få plantorna däremot på dylika marker uppväxa fritt, visa talrika exempel, att endast en del av de förväxande plantorna undkomma snöskyttet medan mindre plantor till större delen slutligen dödas på grund av snöskyttesvampens goda utvecklingsbetingelser i det djupa snötäcke, som

Tab. 12. Antal tallplantor dödade av snöskytte på tallhed vid Nattavara (66° 45' nordl. bredd) 1940—1946 efter olika röjnings- och infektionsåtgärder.

Number of pine seedlings killed by snow blight on a pine-heath at Nattavara (66° 45' Lat. N) 1940—1946 after various methods of cleaning and infection.

	Friska och utvecklingsbara plantor Healthy plants and plants capable of development						Döda och icke utvecklingsbara plantor Dead plants and plants not capable of development					
	1940		1943		1946		1940		1943		1946	
	Antal Num- ber	%	Antal Num- ber	%	Antal Num- ber	%	Antal Num- ber	%	Antal Num- ber	%	Antal Num- ber	%
<i>Serie I.</i> (Provytor 12 × 10 m; 3—4 dm höga plantor). (Experimental plots 12 × 10 m; plants 3—4 dm high)												
Alla dödade och smittade plantor borttagna juli 1940 .....	98	100	67	68	51	52	0	0	31	32	47	48
All killed and infected plants removed in July 1940												
Endast helt döda plan- tor borttagna juli 1940 (kontr.-yta) .....	259	100	169	65	105	41	0	0	90	35	154	59
Only totally dead plants re- moved in July 1940 (control plot)												
<i>Serie II.</i> (Provytor 5 × 5 m; 4—5 dm höga plantor. Alla dödade och smittade plantor borttagna juli 1943). Infektionsbarr (»septem- berbarr») utlagda un- der friska plantor. Infectious needles (»Septem- ber-needles») placed under healthy plants												
Plantorna kvistade till 2 dm höjd .....	—	—	13	100	2	15	—	—	0	0	11	85
Plants pruned to a height of 2 dm												
Do. till 3 dm höjd .... Do. to a height of 3 dm	—	—	15	100	7	47	—	—	0	0	8	53
Do. till 3 dm höjd .... Do. to a height of 3 dm												
Infektionsbarr (»juli- barr») utlagda under friska plantor. Infectious needles (»July- needles») placed under healthy plants												
Plantorna kvistade till 2 dm höjd .....	—	—	14	100	3	21	—	—	0	0	11	79
Do. till 3 dm höjd .....	—	—	12	100	8	67	—	—	0	0	4	32
Do. till 3 dm höjd .....												
Utan artificiell infektion (kontr.-yta). Without artificial infection (control plot)												
Plantorna kvistade till 2 dm höjd .....	—	—	12	100	10	83	—	—	0	0	2	17
Do. till 3 dm höjd .....	—	—	13	100	11	85	—	—	0	0	2	15

i regel uppkommer i ojämn tallåterväxt (jfr fig. 30 och 33). Härigenom uppkomma ofta stora »snöskytteluckor», som för framtiden bli kala fläckar i beståndet, såsom tidigare särskilt WRETLIND påvisat i inre Västerbotten och Sjöström i nordvästra Dalarna (jfr fig. 58).

Däremot synes det mycket osannolikt, att snöskyttet är annat än en bidragande orsak till den s. k. gruppföryngringen under äldre tallar, vilken förekommer företrädesvis i nordsvenska dimensionshuggna tallbestånd (jfr fig. 59). Det möter nämligen icke några svårigheter att på flera håll påträffa både gruppföryngringstypen och sterilzonstypen (se t. ex. BJÖRKMAN 1945, fig. 28) bredvid varandra på samma tallhed, och den senare föryngringstypen, som icke kan förklaras med snöskyttets hjälp, torde för övrigt alltmer komma att bli den vanligare även i norra Norrland i och med tallmarkernas försättande i mer produktionsdugligt skick (jfr WRETLIND 1934, sid. 270). Gruppföryngringstypen förekommer för övrigt även under äldre vidgreniga tallar i trakter, där snöskytte icke finnes. Utom snöskytte måste sålunda andra faktorer, som utförligt behandlats i litteraturen, först av HESSELMAN (1910, 1917), vara av stor betydelse i detta sammanhang. Sedan ett 10-tal år äro dessa faktorer även föremål för systematiskt varierade fältförsök på olika platser i Norrland (jfr BJÖRKMAN 1945, 1946 c). — Vad snöskyttets betydelse för trädslagsfördelningen mellan gran och tall i norrländska höjdlägen beträffar tala flera omständigheter, som här icke kunna behandlas, för att framför allt terrängens fuktighetsförhållanden i detta fall haft större inflytande (jfr MALMSTRÖM & JANSSON 1944).

Utän överdrift kan emellertid konstateras, att snöskytte utgör ett synnerligen allvarligt hot mot tallföryngringen särskilt i höglänta trakter i övre Dalarna och Norrland, men samtidigt står det klart, att snöskyttet åtminstone till en viss grad kan motverkas genom olika åtgärder.

## VI. Olika möjligheter och metoder att bekämpa snöskytte

### A. Skogliga åtgärder mot snöskytte

De rent skogliga åtgärder, som kunna vidtagas för snöskyttets bekämpning måste helt baseras på kunskapen om svampens livsbetingelser, vilka det sålunda gäller att på enklaste och billigaste sätt göra så ogynnsamma som möjligt.

Av det föregående har framgått, att de viktigaste förutsättningarna för kraftiga snöskytteangrepp äro dels en relativt fuktig höst, då sporspridningen i hög grad gynnas, samt dels tidigt ankommande och under vintern djup snö, i vilket fall temperaturen blir så hög att svampens mycelutveckling stimu-

leras. De åtgärder som kunna vidtagas böra sålunda inrikta sig på förhindrande eller försvärande dels av sporbildningen, dels av mycelets tillväxt i snön.

*Direkta bekämpningsåtgärder.* Vad betingelserna för en gynnsam sporspridning beträffar — framför allt hög luftfuktighet under hösten — kunna inga åtgärder vidtagas, men däremot kan sporernas antal decimeras genom olika åtgärder (jfr GARRETT 1944). Utom genom *besprutning med gifter* (se följande) — som i regel ur ekonomisk synpunkt knappast kan rekommenderas annat än i plantskolor — kan man även företaga *röjningar av smittade plantor* (jfr tab. 12). NENZELL, som utfört ett stort antal dylika röjningar, kommer dock såsom förut nämnts till ett tämligen nedslående resultat vid användning av denna metod. I stället för att minska ökade sålunda antalet angripna plantor, i ett fall t. o. m. till det 3-dubbla (NENZELL 1943, sid. 324). Mycket beror givetvis på vid vilken tidpunkt röjningen utföres. Den rätta tidpunkten är våren eller försommaren, då apothecierna ännu icke äro mogna och de angripna barren genom sin mörkbruna färg mycket tydligt sticka av mot de friska barren (jfr JØRSTAD 1925). Exempel finnas på att röjningar under september—oktober, då sporerne äro mogna, i mycket hög grad i stället bidragit till sporernas spridning, så att skadorna blivit mångdubbelt större än de skulle ha blivit utan bortskaffandet av angripna kvistar. Exempel finnas även på att hela strängar av nya snöskytteangrepp uppkommit längs den väg djur eller människor gått efter passage genom en snöskytte-smittad tallkultur.

Även om faran för en ny sporinfektion — under för svampen gynnsamma vindförhållanden säkerligen även från andra infektionshärdar än det röjda hygget — aldrig helt torde kunna undvikas, borde det dock vara möjligt att genom röjning av smittade plantdelar minska snöskyttets utbredning, icke minst därför att genom röjningen utgångspunkterna för mycelets koncentrisk utbredning från gamla skador härigenom avsevärt reduceras. Röjningar av snöskytte-smittade tallkulturer — som sannolikt i regel måste utföras minst 2 år i följd (NENZELL, l. c.) — torde i första hand böra komma ifråga, om ett förödande angrepp träffat plantor av sådan storlek, att de om ett par år skulle nå över snötäcket högst höjd och sålunda inom kort tid vara utom all fara.

*Indirekta bekämpningsåtgärder.* Av större betydelse än röjningar och andra direkta bekämpningsåtgärder mot snöskytte äro dock skogliga åtgöranden av indirekt, förebyggande art. Dessa hänföra sig huvudsakligen till:

- 1) huggningsformen
- 2) hyggesbehandlingen
- 3) trädslagsval med hänsyn till terrängförhållandena
- 4) val av tallproveniens
- 5) val av skogsodlingsmetod.



Fig. 58. Typisk bild från hyggen mellan Särna och Idre i NV Dalarna. Skärmställning t. h. Ingen tallföryngring har här tagit sig upp på 20 år huvudsakligen på grund av snöskyttets härjningar. Aug. 1944.

Typical view of clearings between Särna and Idre in NW Dalecarlia. Seed trees to the right. For 20 years no pine regeneration has taken place here chiefly on account of the ravages of snow blight. Aug. 1944.

### 1. Huggningsformens betydelse för snöskytteangrepp efter avverkningen

Såsom förut framhållits utgör en relativt hög temperatur under vintern den mest betydelsefulla yttre faktorn för snöskyttets utveckling. Bestämmande för en förhållandevis hög temperatur är framför allt tidigt ankommande snö, som möjliggör svampangreppens grundläggning redan under hösten och för vintern och dessutom verkar hindrande på tjälbildningen, samt vidare och framför allt ett djupt snötäcke av ringa täthet (ej sammanpackat genom töväder). Vill man sålunda söka motverka förhållandevis hög temperatur under vintern och därmed gynnsamma utvecklingsbetingelser för snöskyttesvampen, bör man alltså tillämpa en sådan huggningsform, att ett relativt tunt snötäcke uppkommer efter avverkningen. De utförda snömätningarna ha visat, att snötäcket blir relativt tunt dels under äldre träd företrädesvis i slutna bestånd och dels på stora öppna hyggen med små trädplantor, medan på hyggen med ungskog eller ojämn föryngring eller i mindre luckor snön lättare bindes och därför lägger sig djupare. Det bör därför vid föryngringshuggningar ur snöskyttesynpunkt finnas två möjliga huggningsformer, som för övrigt även rekommenderats av å ena sidan SJÖSTRÖM (1929, 1937)





Fig. 59. Uppväxande tallföryngring under kronan av äldre tall på dimensionshuggen tallhed vid Fagerheden, Rohnäs, Norrbotten. Nästan samtliga plantor utanför trädkronans projektion på marken voro starkt snöskytteangripna och till stor del dödade, medan plantorna under kronan undgått angrepp. Juli 1944.

Pine regeneration growing under the crown of an old pine on the pine-heat at Fagerheden, Rohnäs, Norrbotten. Almost all the seedlings growing beyond the projection of the crown on the ground were heavily infected by snow blight and killed for the greater part, as against the plants under the crown which had escaped attack. July 1944.

och å andra sidan av WRETLIND (1931, 1934). SJÖSTRÖM förordar en successiv utglesning av tallbestånden fram till en fröträds- eller skärmträdsställning närmast för de svåra snöskyttetrakterna i nordvästra Dalarna (fig. 58). Under de äldre trädens kronor är det nämligen möjligt för tallföryngringen att nå upp över den för snöskytteangrepp kritiska zonen. MATTSSON MÄRN (1944) rekommenderar användande av en så tät skärm, att snöförhållandena bli ogynnsamma för snöskyttetsvampen, men dock ej så tät, att plantorna bli alltför gämliga och härmed lätt böjas ned i snön, vilket lätt blir fallet just under skärm. WRETLIND däremot har med framgång prövat upptagandet av mycket stora kalhyggen med upprepade plantskogsröjningar (l. c., 1934) för åstadkommande av så jämnhög föryngring som möjligt.

Med det förra tillvägagångssättet (successiv utglesning av bestånden och föryngring under skärm) kan man visserligen erhålla återväxt skyddad mot snöskytte under äldre träd (jfr fig. 59), men å andra sidan uppstår alltid med en sådan föryngringsform mer eller mindre stora luckor i beståndet — en omständighet, vilken såsom förut nämnts medför djup och länge kvarliggande



Fig. 60. Av snöskytte dödade omkr. 50 cm höga tallplantor i mindre lucka på tallhed med olika höga träd, Malåträsk, Västerbotten, aug. 1944.

About 50 cm high pine seedlings, on a small opening in a stand with trees of different heights, killed by snow blight. Malåträsk, Västerbotten, Aug. 1944.

snö, varigenom snöskyttet gynnas (fig. 60). Resultatet av denna huggningsform blir därför ofta, att stora partier ligga kala på grund av snöskyttets härjningar. Fig. 61 visar ett exempel på det typiska utseendet av dimensionshuggna tallhedar i övre inre Norrbotten. Föryngring uppkommer här praktiskt taget uteslutande under de kvarlämnade äldre träden (jfr BJÖRKMAN 1946 c) men knappast alls mellan dem, där i många fall just snöskyttet utgör det allvarligaste hindret för mera livskraftig tallåterväxt.

Det andra slaget av föryngringshuggning, som ur snöskyttets synpunkt kan rekommenderas, nämligen stora hyggen med fröträd jämte plantskogsröjning, medför ur rotkonkurrenssynpunkt att den kraftiga tillväxt, som inom de dimensionshuggna eller skärmställda bestånden lägger sig på de äldre träden, på det plantskogsröjda hygget med jämn föryngring i stället fördelar sig på samtliga plantor, vilka alla få en tämligen god tillväxt. Trots att snöskyttet på större höjd ö. h. alltid förekommer på dylika stora öppna hyggen och praktiskt taget alla tallplantor förr eller senare träffas av angreppet, få

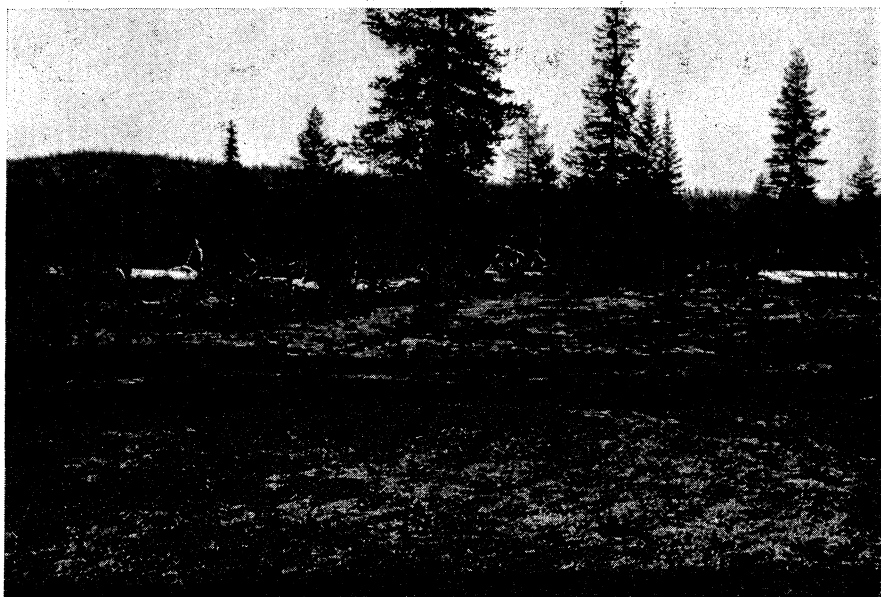


Fig. 61. Typiskt utseende av skogsmarken inom vidsträckta områden i övre inre Norrbotten. Enstaka äldre träd och stora kalytor, där snöskytte förr eller senare dödar den i regel tämligen rikligt uppkommande tallåterväxten. Solberg, Nattavara, juli 1944.

Typical aspect of the forest in vast territories of northern interior Norrbotten. Solitary old trees and large bare areas on which snow blight sooner or later kills the relatively profuse regeneration of pines. Solberg, Nattavara, July 1944.

emellertid skadorna i detta fall endast undantagsvis större omfattning (jfr HOLMBÄCK 1920, sid. 94) och bli i varje fall lättare att överblicka. De för svampen relativt ogynnsamma utvecklingsbetingelserna på stora öppna hyggen — framför allt på grund av det här förhållandevis ringa snödjupet under vintern med därav följande låg temperatur omkring plantorna — göra sålunda förekommande snöskytteangrepp mindre farliga. En stor del av plantorna går givetvis ut på grund av snöskytteangrepp, men detta spelar i allmänhet mindre roll för kulturens fortbestånd, då plantornas antal sedan fröträden gjort sin tjänst och borttagits, bör vara så stort att tillräckligt med plantor ändå kommer upp.<sup>1</sup> I mycket täta tallåterväxter anses ett snöskytteangrepp t. o. m. stundom innebära en fördel på grund av den uppkvistning redan i plantstadiet, som härigenom åstadkommes (WRETLIND 1947, jfr HJORT 1947). Då plantorna på hygget ungefär samtidigt uppnå den övre gränsen för snöskytteangrepp och barren på plantornas nedre delar »skyttat» bort, kommer sjukdomen efter några år praktiskt taget att försvinna från hygget. Genom att

<sup>1</sup> Kan icke tillräckligt stort plantantal erhållas genom självföryngring, är givetvis sådd eller plantering nödvändig, varvid ur snöskyttesynpunkt den senare metoden är att föredraga (jfr sid. 103).

»öppna» hyggena mot myrar, såsom praktiserats särskilt av WRETLIND inom Malå revir, ger man vinden fritt spelrum och hindrar snön från att samlas i hyggeskanterna, där snöskyttehärdar i annat fall lätt utbildas (jfr den rika förekomsten av snöskytte längs under vintern plogade vägar med höga snöval-lar på sidorna). Vill man upptaga ett nytt hygge i närheten av ett äldre hygge, bör man alltid vänta så länge, att snöskyttet »rasat ut» på detta, vilket som ovan nämnts är lätt att åstadkomma vid uppdragande av jämnhög föryn-gring (jfr MATTSSON MÅRN 1944, sid. 398).

Den ur snöskyttesynpunkt ovan förordade föryngringsmetoden med upp-tagande av stora hyggen torde numera få en allt allmänare tillämpning. Även SJÖSTRÖM (1946) rekommenderar i princip denna metod och anser, att man i regel icke kan grunda en rationell produktion och återväxt på grupp-föryngring under skärm (l. c., sid. 440), men framhåller samtidigt såsom förut nämnts, att denna utvecklingsform på mycket svårförnygrade och lågproduk-tiva marker, särskilt de högt belägna tallområdena i Dalarna och Härjedalen, synes vara den enda möjliga. Samma åsikt företrädes för övrigt också i Norge beträffande lämpligaste föryngringsmetod för tall i fjällskogarna, där snö-skyttet ofta utgör det allvarligaste hotet mot tallåterväxten (se t. ex. »Den 6 Nordiske Skogkongress, Østerdalsturen», 1947, tab. 11, där som exempel anföres att antalet levande plantor i en tallplantering gått ned från 74 % till 32 % på grund av snöskytteangrepp vintern 1944/45). Klimatförhållan-dena äro i fjällskogarna ofta så ogynnsamma, att man icke har råd att försöka åstadkomma en eventuell jämnhög föryngring genom att hugga ut förväxande träd och plantor, som redan undgått alla kalamiteter (MØRKVED 1947, BJÖRK-MAN 1947).

Såsom framhålles av SJÖSTRÖM (1946) utgör behandlingen av våra luckiga tallungskogar ett av våra mest aktuella skogsvårdsproblem. Även om radi-kala behandlingsåtgärder ur naturbetingade synpunkter äro möjliga att vid-taga, synas dessa emellertid ur ekonomisk och genetisk synpunkt icke alltid motiverade. Man har därför i sådana fall genom användning av olika metoder (kloratbehandling, grönkvistning etc.) ofta sökt gå en medelväg i avsikt att kunna behålla de äldre träden för produktion och samtidigt erhålla god för-yngring. Särskilt i svåra snöskyttetrakter böra även betingelserna för snö-skyttesvampens utveckling i varje särskilt fall medtagas i kalkylerna rörande lämpligaste behandlingsmetod.

## 2. Hyggesbehandlingen

Beträffande kvarlämnandet av färskt tallris på hyggena innebär detta i en-lighet med i huvudsak SJÖSTRÖMS resultat (1937) ur snöskyttesynpunkt vissa risker vid avverkning under höst och förvinter, då sådant ris kan smittas av snöskytte och därefter utgöra väldiga spridningshärdar för svampens sporer.



Fig. 62. Vackert uppkommande tallföryngring invid en gammal låga på samma mark, som avbildas i fig. 61. Sannolikt utgör det lägre och kortare tid kvarliggande snötäcket omkring lågan — varigenom snöskytteangrepp motverkas — den viktigaste förklaringen till denna synnerligen vanliga föryngringsbild. Solberg, Nattavara, juli 1944.

Beautifully growing pine regeneration close to an old fallen tree at the same place as in Fig. 61. The chief explanation of this very common instance of regeneration is probably the lower depth and shorter duration of the snow cover round the tree — both counteracting the snow-blight attacks. Solberg, Nattavara, July 1944.

Skär avverkningen under högvintern, våren eller sommaren föreligger emellertid ingen risk, eftersom sådant ris icke blir infekterat. Tvärtom bör kvarlämnande av ris vid dessa tidpunkter enbart innebära betydande fördelar ur snöskyttesynpunkt. Genom att framkalla luftkanaler och hålrum i snön förmedlar nämligen dylikt avfall i hög grad kylans nedträngande till plantorna, varigenom snöskyttets utveckling motverkas. En mycket karakteristisk yttring av detta faktum utgör den ofta synnerligen rika föryngringen av tall invid lågor på sådana marker, där snöskytte annars utgör det viktigaste hindret för uppkommande tallåterväxt (se fig. 62, jfr fig. 61). Utan tvivel utgör den relativt låga temperaturen i snön i förening med upprepade avsmältning under hösten och tidig avsmältning under våren omkring lågan en mycket starkt bidragande orsak till återväxten just omkring denna. En liknande slutsats har tidigare dragits av i synnerhet SJÖSTRÖM (1937) och MATTSSON MÅRN (1944). Den förre har även sökt praktiskt omsätta dessa erfarenheter i för snöskytte starkt utsatta trakter genom att här och var i förekommande smågrupper av tall utplacera mot varandra uppresta tullar och grenar i av-



Fig. 63. Mot varandra uppresta (av jägm. HARALD SJÖSTRÖM i början av 1930-talet) torrtoppar och grenar på en starkt snöskyttehärjad tallhed vid Särna i NV Dalarna. Genom det mindre snödjupet och den kortare tid snön blir liggande under och intill det uppresta virket kunna tallplantorna här taga sig upp utan att allvarligt skadas av snöskytte. Aug. 1944.

Dry tops and branches raised against each other (by HARALD SJÖSTRÖM about 15 years ago) on a heavily snow-blight infected pine-heath at Särna in NW Dalecarlia. The lower depth of the snow cover and its shorter duration under and near the snags raised here, make it possible for the pine seedlings to grow up without sustaining heavy damages from snow blight. Aug. 1944.

sikt att åstadkomma luckor och hålrum i snön med åtföljande starkare kyla och mindre snöskytteangrepp (SJÖSTRÖM 1946). Fig. 63 visar ett exempel på en sådan anordning, som också visat sig medföra uppkommande föryngning i större utsträckning än vad som blivit fallet på jämförelseytor utan särskilda snöhinder. Även andra mindre kostsamma tillämpningar ha prövats, nämligen att placera träkäppar vid tallplantorna (jfr STOLTENBERG 1934) eller i såddgrupper eller också vid sådder på något bättre marker draga upp björk tillsammans med tall (jfr KAASA 1921, JÖRSTAD 1928). Dessa försök kunna dock knappast sägas ha gett mera påtagliga och ur ekonomisk synpunkt motiverade resultat.

En åtgärd på hygget, som även bör verka i snöskyttehindrande riktning, är bränning, som ofta med fördel kan tillämpas särskilt inom stora delar av de för snöskytte utsatta höjdlägena, där ett trädslagsbyte från gran till tall ofta är önskvärt. Genom bränning förstöres för det första åtskilligt infektiionsmaterial och för det andra blir marken mörkfärgad genom askan. Detta kan ha en viss betydelse för snöförhållandena såtillvida, att mörka ytor som

bekant lättare absorbera värme — i detta fall solvärme, som tränger ned genom snötäcket — men också lättare åter utstråla värme i snön, varigenom snötäckets avsmältning påskyndas (jfr NORDFORS 1926). Icke minst bör en mörkfärgad mark vara av betydelse för de upprepade avsmältningar efter första snöfallen under hösten, som omnämnts i det föregående och som påvisats bidra att försena snöskyttets utveckling. Men även under våren avsmälter snön som bekant tidigare över eller omkring mörka ytor såsom stubbar, trädstammar o. s. v. Praktiska försök ha även vid svåra snöskyttehärjningar utförts enligt denna princip genom att utlägga kolstybb på marken. Resultaten av dessa försök ha icke blivit systematiskt värderade men synas åtminstone i vissa fall ha varit goda. Även genom sin direkt askgödslande effekt kan bränningen ha stor betydelse, då plantornas tillväxt härigenom i regel stimuleras. Detta är fallet även om effekten är kortvarig, ty det ur snöskyttens synpunkt avgörande är att plantornas *första* utveckling gynnas med god höjdtillväxt och förvedning, så att de snabbt nå ovanför det högsta snödjupet och även bli så kraftiga, att de icke nedböjas under snön. Ett gott ursprungligt marktillstånd bör givetvis även vara ägnat att främja en sådan utveckling.

### 3. Trädslagsval med hänsyn till terrängförhållandena

I de höjdlägen, där risken för allvarliga snöskytteskador är störst, äro ofta terrängformerna synnerligen växlande. De olikheter beträffande snöskyttets angreppsintensitet, som konstaterats förefinnas på nord- och sydsluttningar, äro därför värda att beaktas, då det gäller val av trädslag vid skogskulturer i dylika höjdlägen. Då starka nordsluttningar av flera skäl, som i det föregående närmare behandlats, i regel böra erbjuda snöskytte-svampen de bästa utvecklingsbetingelserna, bör man helst undvika att odla tall på dylika lokaler utan i stället — om marken är sådan att detta är möjligt — använda gran (jfr HOLMGREN & TÖRNGREN 1932). Detta gäller även andra lokaler, där snön tidigt blir kvarliggande och avsmälter sent, såsom åsgropar, dalsänkor eller svackor i terrängen. En stor del av Norrlands höjdlägen, som numera intagas av gran, synas emellertid såsom förut antytts med hänsyn till klimat och markens beskaffenhet böra vara beväxta med tall (jfr MALMSTRÖM & JANSSON 1944). Såsom förut antytts kan möjligen i vissa fall en bidragande orsak till trädslagsfördelningen vara, att snöskytte under tidernas lopp dödat all tallföryngring medan granen kunnat taga sig upp.

### 4. Val av tallproveniens

De utförda undersökningarna med infektion av tall av olika härstamning ha visat en tydlig tendens till mindre omfattande angrepp av snöskytte hos

nordliga tallprovenienser än hos sydliga, såsom redan på grundval av spontana snöskytteskadors förekomst i tallkulturer hävdats av SCHOTTE (1923, jfr WIBECK 1929, 1930). De för snöskytte minst ömtåliga tallarna ha visat sig härstamma från trakter, belägna nordligare än skogsodlingslokalen och med strängare klimat än denna. Ju sydligare härkomsten varit, ju svårare ha i regel följderna blivit av snöskytteangreppen. På grund härav är det i praktiken av stor vikt att icke förflytta tallfrö för långt mot norr eller mot större höjd. Så länge vår kännedom om snöskytteskadornas omfattning hos olika provenienser av tall icke är större än för närvarande, är det lämpligen det säkraste att följa de preliminära riktlinjer, som uppdragits av LANGLET (1945). Vid brist på frö i höjdlägen bör sålunda frö från något lägre nivåer kunna användas, men det bör då helst samtidigt vara av nordligare härkomst. Ytterligare undersökningar äro nödvändiga icke minst rörande snöskyttets betydelse för tallens proveniensfråga i Norrland och vad den s. k. resistensfrågan beträffar, innan säkra riktlinjer för praktiken kunna uppdragas på detta område.

### 5. Val av skogsodlingsmetod

De skogsodlingsmetoder, som redan från början medföra enkelställd tallåterväxt, med andra ord plantering, böra ur snöskyttesynpunkt vara mindre riskabla än sådana metoder, som medföra gruppställd föryngring, d. v. s. sådd. Beträffande de senare har särskilt diskuterats vilken såddmetod, som ur snöskyttesynpunkt är att föredraga. Med utgångspunkt från kännedomen om snöskyttemycelets utbredningssätt och tillväxt kan sägas, att ingen metod erbjuder fullt skydd mot svampen, då denna väl kommit in i en såddgrupp. Rutsådden bör dock i allmänhet mera inbjuda till ödeläggande skadegörelse än strecksådden. *Oberoende av var det ursprungliga angreppet (företrädesvis genom sporinfektion) träffar såddgruppen, har nämligen mycelet i den rutformiga sådden mindre sträckor åt alla håll att tillryggalägga för att omfatta alla plantorna* (jfr fig. 13, 14). I en strecksådd bör risken för total ödeläggelse vara störst, om den ursprungliga infektionen träffar mitt i det vanlingen omkr. 1 m långa såddstreck, men om primärangreppet sker i ena ändan av såddraden, måste mycelet utbreda sig längre sträckor — som i varje fall icke medhinnes på *en* vinter — innan alla plantorna äro angripna. Innan detta skett, kunna möjligen en eller flera plantor i den friska delen av såddstreck ha hunnit uppnå den övre gränsen för möjliga snöskytteangrepp, vilket däremot icke skulle ha varit möjligt i en rutsådd. Jämförande försök inom Mo & Domsjö AB:s skogsförvaltning ha också ådagalagt, att strecksådden med hänsyn till risken för snöskytteangrepp är överlägsen rutsådden (jfr SJÖSTRÖM 1937, sid. 232 samt BOVALLIUS & HELMER 1938, sid. 244).



En mycket praktiserad metod har länge varit att så tall- och granfrö tillsammans. Det huvudsakliga syftet härmed har varit, att för den händelse tallen skulle gå ut på grund av snöskytte granen ändå funnits kvar (se t. ex. LINDBERG 1916). I enstaka fall synes denna beräkning också ha hållit streck, men i regel ha kulturerna i stort sett lyckats lika bra även om enbart tall dragits upp (jfr EKLUND & HUSS 1946). Då granen särskilt på näringsfattiga marker i ungdomen har en betydligt långsammare tillväxt än tallen, har resultatet ofta blivit ett bestånd av större tallplantor och mindre granplantor. Om en sådan grupp av tallplantor träffas av ett snöskytteangrepp, har det visat sig, att även granarna attackeras av snöskyttesvampen, varvid barren omedelbart redan på våren antaga en grå färg och falla till marken. Såsom förut nämnts har även vid direkt påbindning av *Phacidium*-mycelet på granplantor barren inom en viss omkrets angripits, men skadorna ha i detta fall aldrig lett till plantornas död (jfr fig. 64). Om däremot granplantorna stå mitt inne i en angripen tallgrupp och totalt inhöljas i snöskyttesvampens ytmycel, såsom ofta sker i säddgrupper av tall och gran, orsakar angreppet emellertid ofta även granplantornas död. Detta har av förf. iakttagits på flera platser i Västerbotten, på Torresjölandets kronopark i Jämtland samt i Los i Hälsingland. MATTSSON MÄRN (1944) har iakttagit samma förhållande och rekommenderar därför att så tall- och granfrö för sig. Mera systematiska försök med likformig nedsmittning av kulturer dels av tall och gran för sig samt dels av samkulturer böra anordnas för att närmare belysa denna ur skoglig synpunkt icke oväsentliga fråga.

### B. Kemiska bekämpningsmetoder

Kemiska bekämpningsmetoder ha sedan lång tid tillbaka allmänt använts för bekämpning av svampar och insekter inom lantbruket och trädgårdsskötseln (jfr t. ex. TRAPPMAN 1927, HARTSUIJKER 1940, WEBER & STAPEL 1941; beträffande modern litteratur se särskilt HORSFALL 1945) men intill de senaste åren varit rätt ovanliga inom skogsbruket, om man undantar bekämpning mot insekter och svampar i skogsprodukter av olika slag. Den s. k. bordeaux-vätskan (= kopparsulfat + osläckt kalk) har emellertid länge använts för levande plantor vid bekämpning av olika sjukdomar, särskilt det vanliga tallskyttet (*Lophodermium pinastri* (Shrad.) Chev.).

De första uppgifterna om bekämpning av snöskytte på kemisk väg härstamma från Amerika, där FAULL (1929, 1930) med framgång använde svavelkalk (jfr även BOYCE 1938 och BAXTER 1943). I Sverige undersöktes i säddgrupper av växtliga tallplantor inverkan av bordeaux-vätska, svavelkalk, kop-



Fig. 64. Självsådd, 7-årig granplanta i mitten t. h. infekterad med snöskytteförande tallbarr (okt. 1944). På våren följande år visade sig barren i en cirkel omkring infektionsstället tydligt angripna av snöskytte. I motsats till hos tall falla barren av redan på våren efter angreppet, vilket hos gran sällan får annat än mycket obetydlig omfattning. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, maj 1945.

Spontaneous 7-year-old spruce seedling, to the right infected with snow-blight infectious pine needles (Oct. 1944). The next spring the needles in a circle round the spot of infection appeared visibly infected by snow blight. Contrary to the development in pine the needles are shed already in the spring after the attack. In spruce, however, the attack is as a rule very trifling. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, May 1945.

parkalkpreparatet Ob 21, vanlig kalklösning samt »spintex» (= tjärkarbolineum i olja) av NENZELL (1943), varvid spintex i omkr. 6 %-ig koncentration visade sig utgöra det verksammaste medlet mot snöskytte. Även svavelkalk visade sig effektiv, vilket däremot endast i mindre utsträckning gällde de kopparhaltiga preparaten och icke alls enbart kalklösning. Resultaten blevo emellertid åtminstone i en del fall mycket ojämna, vilket delvis berodde på att regn föll omedelbart efter besprutningen (jfr tab. 15).



Fig. 65. Plantskola för undersökning av olika tallproveniencers resistens mot snöskytteangrepp samt för försök med kemiska bekämpningsmetoder mot snöskytte. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, sept. 1945.

Nursery for investigation of the resistance against snow-blight attacks on pines of different origins and for experiments with chemical methods of combatting snow blight. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, Sept. 1945.

I avsikt att närmare undersöka olika bekämpningsmedels effektivitet gentemot snöskytte samt de viktigaste preparatens verkan i olika koncentration och betydelsen av tidpunkten för besprutningen anordnades i samband med de rent biologiska undersökningarna ett antal besprutningsförsök mot sjukdomen ifråga. Då det såsom förut framhållits visat sig, att tallplantor av olika ålder och utvecklingstyp äro olika mottagliga för snöskytteangrepp, anordnades besprutningsförsöken dels med 1—2-åriga tallplantor i plantskolor — där bekämpning av snöskytte på kemisk väg är mest aktuell — dels med äldre omkr. 50 cm höga tallplantor av oväxtlig typ med korta barr och även av kraftigt växande typ med långa väl utvecklade barr.

### 1. Besprutningsförsök med olika preparat mot snöskytte hos 1—2-åriga tallplantor i plantskola

I den förut omnämnda plantskolan i Kläppa vid Vindeln (fig. 65) inympades agarkulturer av *Phacidium infestans* mitt i vardera hälften av den mellersta plantraden inom ett antal parceller (100 × 60 cm) med tallplantor uppdragna

**Tab. 13. Olika kemiska bekämpningsmedels effektivitet mot snöskytteangrepp hos 1—2-åriga tallplantor av ortens proveniens, uppdragna i plantskola, efter inympning av *Phacidium*-mycel. Kläppa, Vindeln. Revision av försöket i maj 1944 och 1945.**

The effectivity of various chemical means of preventing attack of snow blight on 1—2-year-old pine seedlings of local origin, raised in a nursery, after the inoculation of *Phacidium*-mycelium. Kläppa, Vindeln. Inspection of the experiment in May 1944 and 1945 resp.

Besprutningsmedel Means of prevention	Snöskytteangreppets diameter, mm Diameter of the snow-blight attack in mm					
	1	2	3	4	5	Medeltal Average
<i>Besprutning 3.10.43.</i> Date of spray						
Bordeaux-vätska						
CuSO <sub>4</sub> 2 %						
CaO 2 %	50	60	50	100	70	66
Svavelkalk 3 %	10	0	0	5	0	3
Lime-sulphur						
Karbolineum 8 %	20	70	40	30	30	38
Spinntex 2 %	30	60	60	90	40	56
Gesarol (DDT) 1 %	160	200	170	150	160	168
Obesprutade plantor	170	180	210	160	150	174
Plants not sprayed						
<i>Besprutning 27.9.44.</i> Date of spray						
Bordeaux-vätska						
CuSO <sub>4</sub> 2 %						
CaO 2 %	80	60	50	40	60	58
Svavelkalk 3 %	0	0	5	0	0	1
Karbolineum 8 %	0	0	10	5	0	3
Spinntex 2 %	0	10	0	0	0	2
Gesarol (DDT) 1 %	110	130	105	120	115	116
Obesprutade plantor	120	110	90	140	120	116
Plants not sprayed						

ur frö från orten. Inympningen utfördes först 2 dagar efter besprutningen av ena hälften av varje parcell (den andra hälften besprutades alltså ej utan lämnades såsom kontroll). Besprutningarna utfördes med bordeaux-vätska, svavelkalk, »Ope-karbolineum», »spinntex» och DDT-preparatet gesarol (jfr WEST & CAMPBELL 1946) dels den 3 oktober 1943 och dels (på nya parceller) den 27 sept. 1944. För besprutningarna användes en rygstrycksspruta, som vid ett tryck av 3—5 kg/cm<sup>2</sup> avgav en vätskemängd av 1,5 l per minut. Besprutningsvätskan påfördes i samtliga fall plantorna som en fin »dimma» och torde 100 %-igt ha täckt barrrens yta.

Revision av besprutningarnas resultat ägde rum följande vår, d. v. s. dels i maj 1944 och dels i maj 1945. Härvid uppmättes snöskytteskadornas utbredning uttryckt i barrskadornas ungefärliga diameter.

Av tab. 13 framgår, att det mest effektiva bekämpningsmedlet utgjordes

Tab. 14. Olika kemiska bekämpningsmedels effektivitet mot snöskytteangrepp (efter påbindning av snöskytteinfekterade tallbarr 2 dagar efter besprutningen) hos 4—7 dm höga tämligen oväxtliga tallplantor på tallhedshygge. Besprutningen utförd 5—6 okt. 1944; revision av försöket i maj 1945. Rosinedal, Degerfors socken, Västerbotten.

The effectivity of various means of preventing attack of snow blight on 4—7 dm high, comparatively non-vigorous pine seedlings on a pine-heath clearing (infected by attaching infectious pine needles to them 2 days after the spraying). The spraying was done on Oct. 5—6, 1944; inspection of the experiment in May 1945. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten.

Besprutningsmedel Means of prevention	Snöskytteangreppets diameter, mm Diameter of the snow-blight attack in mm					Medeltal Average
	1	2	3	4	5	
Bordeaux-vätska						
CuSO <sub>4</sub> 2 %						
CaO 2 %						
Kopparkalk Ob 2300 (Cu) 1 %	110	90	120	115	100	107
Klorex (natriumklorat) 3 %	100	90	100	110	100	100
Svavelkalk (S) 3 %	120	110	110	100	100	108
Lime-sulphur	5	10	0	20	10	9
Sulfosan (S) 2 %	80	60	60	75	60	67
Uspulun (Hg) 0,5 %	100	110	105	95	115	105
Shirlan (Hg) 0,5 %	100	95	110	120	105	106
Zinkarsenat Z 47 0,4 %	120	105	110	110	130	115
Nikotin 1 %	110	115	95	125	100	109
Karbolineum						
(fenol) 10 %	30	20	20	10	5	17
Spinntex						
(fenol) 3 %	20	15	15	10	5	13
Jofurolja						
(oljeemulsion) 1 %	100	90	80	85	95	90
Jofur oil						
Obesprutade plantor	105	95	80	130	120	106
Plants not sprayed						

Vid tillsats av ett särskilt vidhäftningsmedel, »spridex», till vissa av de använda giftvätskorna erhöles i några fall bättre resultat, men effekten var synnerligen ojämn.

The addition of a special adherent, »spridex», to some of the poisonous sprays used gave a better result in some cases but the effect was very unequal.

av svavelkalk. Därefter i effektivitet kom spinttex och karbolineum. Bordeauxvätska i den mest brukliga koncentrationen var däremot tämligen verkningslös gentemot snöskytte.

## 2. Besprutningsförsök med olika preparat mot snöskytte hos 4—7 dm höga oväxtliga tallplantor under fröträdställning på tallhedshygge

Besprutningen utfördes den 5—6 oktober 1944 på samma sätt som förut nämnts. Härvid användes emellertid 12 olika besprutningsmedel, av vilka de flesta allmänt användas vid bekämpning av parasitsvampar och insekter särskilt på fruktträd (se t. ex. Nordiska Fröhandels katalog våren 1948, s. 78—82). I tab. 14 ha de olika preparaten (verksamt ämne inom parentes) och

deras effekt gentemot snöskytte angivits. Två dagar efter besprutningen — som utfördes vid torr väderlek — påbundos barr med mogna fruktkroppar och sporer på 2 dm höjd över marken. Vid revision av försöket följande vår angavos skadorna i diameter angripen barmassa.

Av tab. 14 framgår, att varken kopparhaltiga, kvicksilverhaltiga eller arsenikhaltiga preparat voro nämnvärt effektiva. Icke heller klorex eller nikotin i allmänt brukliga koncentrationer hade någon effekt. Den största giftverkan utövade dels de svavelhaltiga preparaten (bäst svavelkalk) och dels oljepreparaten, av vilka spinttex i 3 %-ig koncentration gav ett ungefär lika tillfredsställande resultat som svavelkalken i samma koncentration.

### 3. Besprutningsförsök med olika preparat i olika koncentrationer och vid olika tidpunkter mot snöskytte i omkr. 10-åriga tallsådder i god utveckling

Besprutningarna utfördes i omkr. 10-åriga såddgrupper, en del år 1944 (resp. 23 aug. och 27 sept. vid uppehållsväder samt 1 okt. i duggregn) och en del år 1945 (resp. 4 sept. och 4 okt., vid båda tillfällena i uppehållsväder). Som besprutningsmedel användes dels bordeaux-vätska, dels svavelkalk och kolloidalt flytande svavel («cosan») samt dels två fenolpreparat (karbolineum och spinttex). Även ett DDT-preparat, som vanligen användes som nervgift mot olika insekter, prövades. Försökets resultat ha sammanställts i tab. 15.

Av tab. 15 framgår, att samtliga besprutningar vid regnig väderlek varit utan egentlig effekt, vilket med säkerhet beror på att giftvätskan sköljts bort. Vad tidpunkten för besprutningen (i torrt väder) beträffar visade försöket, att besprutningen vid en senare tidpunkt medfört betydligt bättre skyddsverkan än vid en tidigare tidpunkt (jfr NENZELL 1943). Även detta resultat beror säkerligen på att giftvätskan i viss utsträckning tvättats bort genom regn, innan någon infektion ännu inträffat.

Liksom i föregående försök visade sig bordeaux-vätska tämligen ineffektiv i den vanligen använda koncentrationen; om denna ökades till det dubbla (4 %) var dock även bordeaux-vätska effektiv mot snöskytte, förutsatt att besprutningen skedde relativt sent (4 okt.). Svavelkalk var effektiv även i relativt låg koncentration (2,5 %) under samma förutsättning. Även spinttex och i viss utsträckning karbolineum visade sig vara utmärkta bekämpningsmedel men dock klart underlägsna svavelkalken. Kolloidalt svavel («cosan») liksom även DDT-preparatet voro däremot utan varje fungicid verkan. Vad svavelpreparatet beträffar finnes emellertid anledning förmoda, att detta berodde på frånvaron av bindemedel, då nämligen svavel i förening med bindemedlet kalk (svavelkalk) t. o. m. visade sig överlägset alla övriga prövade preparat.

Tab. 15. Olika kemiska bekämpningsmedels effektivitet mot snöskytteangrepp i omkr. 10-åriga tallsådder vid besprutning i olika koncentrationer och vid olika tidpunkter 1944 och 1945 efter påbindning av smittoförande barr på 2 dm höjd 2 dagar efter besprutningen. Trakt 3, Kulbäckslidens försökspark, Västerbotten. Revision av försöken i maj 1945 och 1946.

The effectivity of various means of preventing attack of snow blight on pines about 10 years old, sprayed in different concentrations and at different times 1944 and 1945, infected by attaching infectious pine needles at a height of 2 dm two days after the spraying. Experimental forest of Kulbäcksliden, Västerbotten. Inspection of the experiment in May 1945 and 1946 resp.

Besprutnings- medel Means of prevention	Snöskytteangreppets diameter, mm Diameter of the snow-blight attack in mm														
	Besprutningar 1944 den Sprayings in 1944														
	23 augusti uppehållsväder fair weather					27 september uppehållsväder fair weather					1 oktober regn rain				
	I	2	3	4	Me- deltal Ave- rage	I	2	3	4	Me- deltal Ave- rage	I	2	3	4	Me- deltal Ave- rage
Bordeaux-vätska CuSO <sub>4</sub> 2 % CaO 2 %.....	—	—	—	—	—	400	400	350	350	375	550	350	610	450	490
Svavelkalk 2,5 %.. Lime-sulphur	455	255	150	250	277	50	0	0	50	25	400	455	320	405	395
Karbolineum 8 %.. Spinttex 3 %.. DDT 1 %.. Obesprutade plantor Plants not sprayed	300	400	200	150	263	105	320	50	100	144	—	—	—	—	—
	100	310	205	150	191	55	100	0	50	51	400	615	320	400	434
	—	—	—	—	—	405	510	355	400	418	350	505	450	400	426
	410	365	400	270	361	420	340	460	440	415	380	455	500	360	424
	Besprutningar 1945 den														
	4 september uppehållsväder					4 oktober uppehållsväder									
	I	2	3	4	Me- deltal	I	2	3	4	Me- deltal					
Bordeaux-vätska CuSO <sub>4</sub> 2 % CaO 2 %.. CuSO <sub>4</sub> 4 % CaO 4 %.. Svavelkalk 2,5 %.. 5 %.. Karbolineum 4 %.. 8 %.. Spinttex 2,5 %.. 5 %.. Cosan (S) 0,1 %.. Obesprutade plantor															
	260	200	180	240	220	90	130	125	100	111					
	100	60	40	70	68	0	0	0	0	0					
	60	35	40	20	39	5	0	0	10	4					
	20	15	35	25	24	0	0	0	0	0					
	100	85	60	75	80	30	40	55	40	41					
	25	15	35	20	24	5	0	5	10	5					
	150	145	120	130	136	10	5	15	30	15					
	30	40	25	50	36	0	0	0	0	0					
	230	210	300	185	231	200	305	185	210	225					
	300	240	190	215	236	260	240	305	220	256					

Genom de utförda försöken har sålunda tydligt framgått, att snöskyttet kan effektivt bekämpas samt att det bästa — och sannolikt i längden billi-

gaste — prövade medlet är svavelkalk. En 3 %-ig koncentration av svavelkalk sprutad på friska barrpartier omedelbart före snöns ankomst eller omkring den 1 oktober torde sålunda lämna full garanti mot snöskytteskador.

## VII. Andra svampsjukdomar med liknande uppträdande som snöskytte

Under studierna av *Phacidium infestans*' biologi har ett flertal observationer gjorts över andra på likartat sätt förekommande svampar, av vilka några torde vara för vetenskapen okända både till biologi och systematisk ställning.

I samband med studierna av snöskyttemycelets förekomst har sålunda en hel rad mycel av olika färg: vita, grå, svarta samt ett purpurrött renodlats. Dessa mycel uppträda företrädesvis på redan dödade tallbarr samt i snön. Flera mycel, som vuxit direkt på marken eller på gräs och lingonris m. fl. växter, ha även renodlats. En del av dessa mycel äro otvivelaktigt av parasitisk natur, då de vid »syntesförsök» visat sig kunna döda t. ex. *Empetrum*.<sup>1</sup> Ett par arter, som visat sig kunna döda gräs, tillhöra sannolikt släktet *Fusarium* (jfr LINDFORS 1922). De flesta arterna äro emellertid rent saprofytiska svampar, som sannolikt ha sitt egentliga hemvist i skogsmarken men under värmen och fuktigheten i marken i samband med snösmältningen finna gynnsamma tillväxtbetingelser i själva markytan (fig. 66). Av särskilt intresse är, att ingen av de isolerade »snösvamparna» (sammanlagt 17 stycken) — av vilka några ha synnerligen karakteristiska sklerotiebildningar — visat sig kunna skada tall- eller granbarr, vilket faststälts genom direkta påbindningsförsök på tall- och granplantor av olika ålder och på olika höjd över marken vintrarna 1943—1945 på samma sätt som med *Phacidium*-mycel.

Av allt att döma förhåller det sig emellertid så, att den fläckvisa avgången av tallplantor (betr. granplantor se följ.) i plantskolor ofta torde bero på angrepp av ännu icke närmare kända parasitsvampar. Orienterande undersökningar rörande dessa svampar, vilka sannolikt tillhöra sådana släkten som *Rhizoctonia*, *Phytophthora* och *Pythium*, ha nyligen påbörjats på Skogshögskolans botaniska institution (se S. SJÖSTRÖM: Om fallsjukan hos barrträdens groddplantor och dess bekämpande. Manuskr.).

En svamp, som mycket ofta iakttagits under eftersommaren och hösten i samband med snöskyttestudierna är *Dasyscypha fusco-sanguinea* Rehm.

<sup>1</sup> Möjligen kunna dylika mycel i vissa fall ha praktisk betydelse. Sålunda har uppgivits, att ljung inom stora områden i nordvästra Dalarna dödats av ett dylikt mycel.



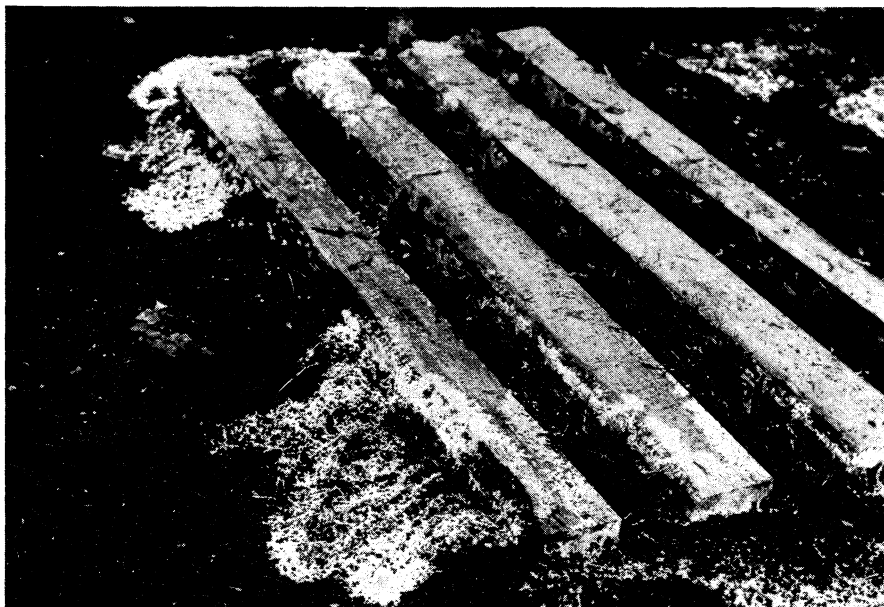


Fig. 66. Rent vitt markmycel synligt några timmar vid själva snösmältningen. Mycelet skadar ej barrträdsplanter. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, maj 1945.

White ground mycelium visible for a couple of hours during thaw. The mycelium does not damage coniferous plants. Kläppa, Vindeln, Västerbotten, May 1945.

Denna svamp, som närmare beskrivits av LAGERBERG (1912), uppträder vanligen på stammen av undertryckta tallplanter på de norrländska tallhedarna företrädesvis i högre belägna trakter och kan i vissa fall förorsaka betydande skador. I samband med snöskyttestudierna ha svampens karakteristiska orangegula fruktkroppar iakttagits utom på stammar och sidogrenar även på barren, icke minst på tidigare av snöskytte angripna barr (se fig. 67). Då svampen förekommer på detta sätt, synes den vara helt saprofytisk. Enligt HAHN & AYERS (1934) är det emellertid fråga om samma art som den på stamdelar förekommande parasitiska formen.

Vanligt tallskytte, *Lophodermium pinastri* (Shrad.) Chev., förekommer saprofytiskt på praktiskt taget alla avfallna tallbarr inom hela undersökningsområdet men har mycket sällan iakttagits förorsaka skador i tallkulturer (plantskolor) av samma ofta förödande slag som i Syd- och Mellan-Sverige. Orsaken till detta olika uppträdande är ännu icke klarlagd (jfr t. ex. HAACK 1911, LAGERBERG 1915, HAGEM 1926, RUBNER 1937).

Av andra sjukdomar på tallplanter må särskilt nämnas knäckesjukan förorsakad av rostsavampen *Melampsora pinitorqua* (A. Br.) Rostr. Denna svamps biologi har utförligt behandlats av SYLVÉN (1916—17), men bekämpningsmetoderna — i den mån sådana förekommit — ha hittills inskränkt sig till utro-

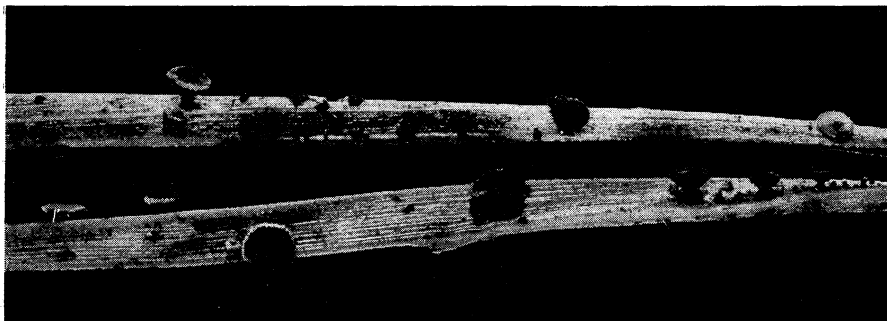


Fig. 67. Karakteristiskt skaftade fruktkroppar av *Dasyscypha fusco-sanguinea* Rehm. sekundärt uppträdande på tallbarr dödade av snöskytte, vars fruktkroppar även synas på barrn. Rosinedal, Degerfors socken, Västerbotten, sept. 1944. Characteristic stemmed fruiting-bodies of *Dasyscypha fusco-sanguinea* Rehm. secondarily appearing on pine needles killed by snow blight, the fruiting-bodies of which can be seen on the needles. Rosinedal, Degerfors, Västerbotten, Sept. 1944.

tande av närstående asp, med vilken svampen värdväxlar. Knäckesjukan har särskilt under somrarna 1945, 1946 och 1947 varit synnerligen allmän över hela landet och åtminstone i Norrland mer eller mindre spolierat åtskilliga tallkulturer och plantskolor. En kompletterande undersökning över olika möjligheter att förebygga denna svampsjukdom har därför igångsatts, varvid dels kemiska medel, dels skogliga åtgärder baserade på en säkrare kännedom om tidpunkten för smittorisken prövas.

Hos gran har vid flera tillfällen iakttagits en sjukdom, som till sina ytt-ringar fullständigt överensstämmer med snöskytte hos tall. Sålunda angripas barrn i sammanhängande partier, vilkas läge tydligt är beroende av snötäckets djup. De angripna barrn sitta kvar på plantan hela första sommaren efter angreppet och äro under vår och försommar mörkbruna till färgen men bli sedermera gråvita (se plansch 1). Fruktkropparna överensstäm- ma dock icke med *Phacidiums*. Denna svamp är hittills icke beskriven och icke heller torde den kunna hänföras till något känt svampsläkte. Svampen observerades veterligen första gången för omkr. 10 år sedan i Norrbotten av jägmästare BELE BERGSTRÖM, som insände prov av densamma till Skogshögskolan. Arten kommer inom kort att utförligt beskrivas av prof. LAGERBERG, som utfört noggranna anatomiska studier över svampens fruktkroppar. Den synes icke vara ovanlig i övre Norrland; av förf. har den iakttagits vid Fagerheden 4 mil väster om Piteå (1944), vid landsvägen Gällivare — Porjus (1945) samt inom och utanför Muddus nationalpark (1945). Sommaren 1946 iaktogs den på Rahanåive utmed landsvägen Jokkmokk—Kåbdalis samt på den s. k. Tuolla-heden (380 m ö. h.) inom krp. Ranessvara, Jokkmokks socken. Av jägmästare HARALD SJÖSTRÖM har samma svamp påträffats i Arvidsjaur (1945). Någon större skoglig roll synes den knappast spela. Dock



Fig. 68. Kraftigt växande, svartgrått mycel sannolikt tillhörande en *Herpotrichia*-art, inympat i oktober 1944 på 2-åriga granplantor, vilka under följande vinter dödades av svampen. Plantskolan i Kläppa, Vindeln, Västerbotten, maj 1945. Vigorously growing, grayish-black mycelium, probably a *Herpotrichia*-species, inoculated on two-year-old spruce seedlings October 1944, killed by the fungus during the following winter. Nursery at Kläppa, Vindeln, Västerbotten, May 1945.

iaktogs vid byn Sarkavara i Norrbottens lappmark (1945) mycket kraftiga angrepp av verklig betydelse för granföryngringen.

Hos yngre granplantor i plantskolor har under senare tid vid upprepade tillfällen iakttagits angrepp av *Herpotrichia juniperina* (Karst.), vilka i regel uppträtt fläckvis och stundom dödat en stor del av plantorna (jfr GÄUMANN, ROTH & ANLIKER 1934).

Ännu vanligare förekommande skadegörelser i plantskolor med unga granplantor förorsakas av en av allt att döma *Herpotrichia* närstående svamp, som ännu icke kunnat identifieras. Svampen har tydliga pyknider och kan därför icke säkert hänföras till släktet *Herpotrichia* (jfr JØRSTAD & ROLL-HANSEN 1943). Till utseendet påminna dessa pyknider något om motsvarande bildningar hos *Ascochyta parasitica* (Hart.) Rostr. (se LAGERBERG 1933). Svampen överensstämmer i sitt uppträdande mycket med *Herpotrichia juniperina*. Liksom denna uppträder den fläckvis och äger ett kraftigt växande ytligt mycel, som dock icke är svart utan mörkt grått. Mycelet har odlats i renkultur och på hösten påbundits friska granplantor, vilka därefter under vintern dödats av svampen (fig. 68).

Av det föregående framgår sålunda, att ett flertal svampar, som växa

under vintern ofta direkt i snön, ha stor betydelse som skadegörare på tall- och granplantor icke minst i plantskolor. Då sådana numera bli allt talrikare och genetiskt värdefullt plantmaterial i allt större utsträckning kan beräknas uppdragas i dessa, är studiet av de svampsjukdomar som uppträda i plantskolorna av synnerligen aktuellt intresse.

Plansch 1. 5-årig tall med färsk snöskytteskada. Huvudstammen med angripna barr ej död men dock skadad så att det utväxande toppskottets utveckling blivit starkt hämmad. Som kompensation ha istället de oskadade sidoskottens barr blivit synnerligen kraftiga. Kronoparken Torresjölandet, Jämtland. Aug. 1944.

Plate 1. 5-year-old pine with new snow-blight damage. The main stem with infected needles is not dead but damaged to such an extent that the growth of the terminal shoot has been severely arrested. As a compensation the needles of the uninjured lateral shoots have become extremely strong. Torresjölandet, Jämtland. Aug. 1944.

Plansch 2. »Gransnöskytte» förorsakad av en ännu icke beskriven svamp (ascomycet), sannolikt med samma biologi som *Phacidium infestans*. Hittills endast påträffad i norra Norrland. Längst ned föregående års angrepp (grå barr), högre upp årets angrepp (bruna barr) och högst upp (= ovanför vinterns snötäcke) friska barr. — Fagerheden, Rognäs, Norrbotten. Juli 1945.

Plate 2. »Spruce snow blight» caused by a fungus (Ascomycetes) which has not yet been described, probably having the same biology as *Phacidium infestans*. Hitherto only found in the northern parts of Norrland. At the bottom last year's attack (gray needles), higher up this year's attack (brown needles) and at the top (above the snow cover of the winter) unaffected needles. Fagerheden, Rognäs, Norrbotten. July 1945.





## Sammanfattning

1. *Phacidium infestans*, snöskyttesvampen, som är känd från de nordliga delarna av både Europa, Asien och Amerika, förmår angripa flera barrträdsarter, företrädesvis *Pinus*-arter, men har i Sverige praktisk betydelse endast beträffande tall (tab. 1, fig. 6).

2. Svampen angriper barren sannolikt genom klyvöppningarna (fig. 1). Infektionen sker på hösten, men sjukliga förändringar framträda först följande vår efter snösmältningen, då de angripna barren få en varmt brun färg (plansch 1). Under sommaren blekas barren under inverkan av solljuset och bli under hösten mer eller mindre rent grå och samtidigt ytterst spröda. Barren fällas emellertid normalt icke förrän följande år. Apothecierna synas först som svarta punkter under barrenns epidermis men framträda så småningom som små upphöjningar från barrenns yta, vilka under hösten brista upp (fig. 2—4).

3. Svampens sporer spridas på hösten (fig. 5) och gro på barren när dessa inbäddats i snö, så att svampen erhåller tillräcklig fuktighet. Sporspridningen sker i regel inom ett tämligen begränsat område men kan stundom försiggå långa sträckor, om betingelserna härför äro gynnsamma (jfr under punkt 15). Vid groningen utväxer ett gråvitt mycel över barren (fig. 7—12).

4. Renodling av snöskyttesvampens mycel har företagits både ur sporer (hösten), angripna barr (våren) samt från det på barren ytligt växande mycelet (höst och vår, dock ej om snö omgivit plantorna, fig. 7, 15, 16). Jfr närmare härom BJÖRKMAN 1942.

5. Även om fruktkropparna icke hinna mogna (jfr under punkt 12), kan ett nytt angrepp utvecklas från barren genom att mycelet växer ut från dessa. Häri ligger förklaringen till sjukdomens koncentrisk spridning från en gammal skada; äro fruktkropparna mogna, kunna också sporer gro utan att spridas, varigenom infektionsmycelet i detta fall härstammar från groende sporer (fig. 7). Fruktkroppar utbildas vanligen icke på barr av 1- och 2-åriga tallplantor. Bäst utvecklade bli fruktkropparna på kraftiga gröna barr, vilka överhuvud taget synas vara mera mottagliga för snöskytteangrepp än t. ex. små gulgröna barr på undertryckta tallplantor.

6. Ett antal försök dels i växthus, dels i plantskolor under naturliga betingelser visade, att snöskyttesvampens mycel förmår framtränga på marken eller på unga plantor maximalt omkr. 20—30 cm från infektionspunkten under en vinter (fig. 13, 15, 18, 55, 56). I såddrader mellan äldre plantor (3—4 år) visade sig mycelet dock kunna framtränga ända till 46 cm från infektionspunkten under en vinter.



7. Genom en serie infektionsförsök under flera år, anordnade på olika sätt (jfr fig. 17—19), har kunnat visas, att de största snöskytteskadorna alltid uppkomma hos sådana plantor, som infekterats under hösten och förvintern (tab. 2). Svampen fullföljer sålunda en del av sin utveckling redan under förvintern. Då betydande angrepp uppkomma även efter infektion i januari men endast mycket obetydliga angrepp efter infektion i mars eller senare, kan härav också den slutsatsen dragas, att svampen växer även under högvintern. Härvid är det säkerligen mera fråga om en *fortsatt* tillväxt inom barren än om en utveckling efter nyinfektion, som alltid kräver längre tid att komma igång och har svårare att äga rum under vintern än om själva infektionen och den första tillväxten försiggått under gynnsammare yttre betingelser.

8. Vissa försök med avbrytande av ett normalt snöskytteangrepp vid olika tidpunkter under vintern visade, att en oavbruten utveckling av snöskytte-svampens mycel under hela vintern är nödvändig för att åstadkomma verkligt kraftiga skador (fig. 19). En lång snösmältningsperiod bör därför verka gynnsamt på angreppens storlek (jfr fig. 20).

9. Snöskytteangrepp uppträda icke ända upp till snötäckets högsta höjd utan nå högst upp till 1 à 2 dm därunder. Skadornas storlek står i direkt proportion till snötäckets djup under vintern (fig. 21).

10. Av de livsbetingelser, som äro avgörande för snöskyttesvampens utveckling, är temperaturen den viktigaste. Genom en serie tillväxtförsök vid olika temperaturer framgick, att optimum för svampens utveckling ligger vid + 15° C. Vid + 20° C växer mycelet betydligt sämre än vid + 10°, och vid en konstant temperatur av + 25° under längre tid dör det. God tillväxt försiggår ännu vid + 5° och t. o. m. vid 0°. Även vid - 5° C har tillväxt kunnat konstateras (fig. 22—27). Nyisolerat mycel visade bättre tillväxt, särskilt vid högre temperatur, än mycel som hållits i renkultur på laboratoriet under 3 år vid + 15° C (fig. 22—24). Vid 0° och vid + 5° växer mycelet först långsamt men sedan mycket kraftigt under utbildning av ett yvigt luftmycel (fig. 23, 25). Även mycelelets färg varierar med temperaturen (fig. 25, 27, jfr fig. 28). Svampens fysiologiska karaktär med avseende på temperaturkrav synes åtminstone tillfälligt kunna förändras genom yttre miljöpåverkan. En tids förvaring vid lägre temperatur har sålunda visat sig kunna framkalla bättre förmåga att uthärda högre temperatur. Av stort intresse är vidare, att en förvaring av svampen vid mycket låga temperaturer icke på något sätt skadar denna. Sålunda har visats, att en förvaring av svampen vid - 22° C under 30 dagar icke alls nedsatt svampens tillväxtförmåga efter överflyttning till gynnsammare temperatur.

11. Under naturliga betingelser är temperaturen under vintern mest beroende av snötäckets tjocklek samt tjälbildningen i marken. — Ett snötäcke med större täthet — som det erhåller efter påverkan av töväder — leder kylan

bättre än ett luckert, för plusgrader aldrig utsatt snötäcke. Dessutom spelar snötäckets tjocklek stor roll för temperaturen i plantornas närmaste omgivning. Störst har snödjupet befunnits vara mellan 2—3 m höga träd i ojämna bestånd och betydligt mindre dels på större öppna hyggen med småplantor, dels i mer eller mindre slutna betånd med större träd (fig. 29—32). I glesa ungskogsbestånd är snödjupet betydligt större än i tätare. Intill stammen av äldre fröträd är snödjupet alltid mindre än mellan träden. I mindre luckor och på små hyggen är snödjupet genomgående större än på stora hyggen (fig. 33). Av fig. 34 framgår bl. a., att temperaturen på 1 dm höjd över marken under ett 90 cm tjockt snötäcke endast var  $-3^{\circ}\text{C}$  samtidigt som temperaturen i det fria ovanför snön var  $-32^{\circ}\text{C}$ , vilket betyder att snöskyttesvampen vad temperaturförhållandena beträffar i regel kan växa i snön upp mot ett par dm höjd över marken även under vinterns kallaste period.

**12.** Även om mycelets tillväxt redan under förvintern och högvintern är nödvändig för utbildning av kraftiga snöskytteskador och nyinfektioner knappast ha någon effekt från och med slutet av mars månad, är en långsam snösmältning av stor betydelse för snöskyttesvampens utveckling därigenom att det en gång i barren befintliga mycelet då hinner »stabilisera» sig, så att mogna fruktkroppar utbildas på barren följande höst. Barr, som träffas av snöskytteinfektionen under en relativt sen tidpunkt under vintern (februari—mars), dödas visserligen av svampen men få inga mogna fruktkroppar under hösten.

**13.** Sedan gammalt har man ansett, att snöskytteskadorna bliva större, om snön fallit på otjälad mark. Detta är även naturligt, då temperaturen i de lägre snöskikten kan antagas bli påverkad av den värme, som finnes magasinerad i den ofrusna marken. Utförda mätningar och försök visade dock, att marktjälen icke torde ha särskilt stor betydelse för temperaturen i snön, vilken är den avgörande faktorn för snöskyttets utveckling (fig. 35, 36, tab. 3). Den viktigaste faktorn, som inverkar på temperaturen i snön, är såsom förut nämnts dennas djup. Utförda mätningar visade, att den minsta risken för snöskytteskador föreligger på stora, öppna hyggen med låg temperatur i snön förorsakad dels av en här i regel kraftig tjälbildning med låg marktemperatur under vintern, dels av ett relativt tunt snötäcke, vilket dessutom lättare än under överskärmande träd erhåller ökad täthet och därmed större ledningsförmåga (jfr tab. 4).

**14.** Nordsluttningar ha ofta ett oavbrutet kvarliggande snötäcke ända till 2 månader längre tid än sydsluttningar, där dels snön avsmälter upprepade gånger på hösten och dels snötäcket hastigare försvinner på våren (fig. 39, 41, 42). Till följd av den upprepade avsmältningen under hösten på sydsluttningar blir tjälbildningen ofta kraftigare på dessa än på nordsluttningar, där den kvarliggande snön utgör ett skydd mot tjälbildning (fig. 37, 38, 40).

Snöskyttesvampen får sålunda bättre utvecklingsmöjligheter på nordsluttningar (jfr fig. 43).

**15.** Fuktigheten har jämte temperaturen den största betydelsen för snöskyttesvampens utveckling. Detta gäller både substratfuktigheten — snön (jfr fig. 44) — och luftfuktigheten. Sålunda har det visat sig såväl genom laboratorieförsök (fig. 45, 46) som fältförsök (fig. 47—49), att en hög luftfuktighet under hösten utgör förutsättningen för ytmycelets tillväxt (fig. 45, 49, tab. 5) och även i hög grad gynnar fruktkropparnas mognad och sporerens spridning (fig. 50, 51).

**16.** Snöskyttesvampen är mycket anspråkslös med avseende på näring och syre (jfr fig. 53), vilket väl överensstämmer med svampens levnadssätt i snön. Utom enkla och sammansatta sockerarter samt stärkelse förmår svampen även utnyttja cellulosa som kolkälla (tab. 6, jfr fig. 52). Beträffande olika kvävekällor synes organiska sådana kunna utnyttjas något bättre än oorganiska (tab. 7.).

**17.** *Phacidium infestans* har sitt pH-optimum mellan pH 4 och 6. Vid pH-värden under 2,5 och över 7,0 förmår svampen icke växa.

**18.** Snöskyttesvampens regionala utbredning är beroende av snötäcket djup och varaktighet. I södra Norrland och Dalarna förekommer snöskytte sålunda i regel endast på höjdlägen men går längre norrut t. o. m. ned till havsytans nivå. — Snöskyttets s. k. periodiska uppträdande, som särskilt gör sig gällande i kulturer med jämnhög föryngring, beror på svampens sätt att tillväxa. Från ett relativt ofarligt angrepp det första året utbreder sig svampen dels genom sporspridning, dels genom fortsatt koncentrisk tillväxt från de gamla skadorna, varigenom angreppet vanligen kulminerar efter 3 år. Efter denna tid finnes i regel i dylika kulturer icke mycket ytterligare barrmaterial på sådan höjd, att det med hänsyn till snöns djup på lokalen ifråga är åtkomligt för svampen. Angreppet upphör därför automatiskt men kan åter flamma upp, om en ny plantgeneration av lämplig höjd (t. ex. efter hjälpkultur) kommit upp på hygget. På t. ex. tallhedar med föryngring av mycket olika höjd framträder ytterst sällan någon »periodicitet» i snöskyttets uppträdande.

**19.** Genom försök i en särskild »snöskytteplantskola» (fig. 65) med påbindning av snöskyttesvampens mycel på 1- och 2-åriga tallplantor av olika proveniens kunde visas, att angreppets omfattning blev mindre hos plantor av nordlig härstamning än av sydlig (fig. 54—56). Plantor av ortens proveniens voro ej särskilt motståndskraftiga (tab. 8, jfr tab. 9 och 10). Motsvarande resultat erhöles bl. a. även efter infektion av 6—7-åriga tallplantor i en plantering på omkr. 400 m höjd i Jämtland (tab 9). — Ett tydligt ehuru sannolikt endast indirekt samband mellan den angripna barrvolymens storlek och barrrens torrsbstanshalt kunde konstateras på sådant sätt, att barr från

plantor av nordligt ursprung med högre torrsubstanshalt och sockerhalt (LANGLET 1936) icke angripas i samma omfattning som barr från plantor av mera sydlig proveniens med lägre torrsubstans- och sockerhalt (fig. 57, jfr tab. 11). Några mot snöskytte absolut resistent tallprovenienser äro emellertid ännu icke kända.

20. Några preliminära resultat av pågående försök, företrädesvis på nordsvenska tallmarker med s. k. gruppföringring (jfr fig. 58—60), visade, att snöskytte även vid svåra härjningar i regel knappast torde helt döda mer än c:a 50 % av tallplantorna i relativt täta plantuppslag, som hållas vid ungefär samma höjd (tab. 12). I föringring med olikhöga plantor uppkomma emellertid ofta genom snöskyttets härjningar kvarstående luckor i beståndet (jfr fig. 33, 61).

21. De åtgärder, som kunna vidtagas mot snöskytte, böra inrikta sig på förhindrande eller försvårande dels av sporbildning och infektion, dels av mycelets tillväxt i snön. Härvid kunna dels direkta, dels indirekta bekämpningsåtgärder komma till användning. Av *direkta* åtgärder torde framför allt hyggesröjning av smittade tallplantor (jfr tab. 12) eller besprutning med kemiska preparat (se punkt 22) komma ifråga. Av större betydelse äro dock säkerligen förebyggande skogliga åtgärder av *indirekt* slag, vilka kunna hänföras till a) huggningsformen, b) hyggesbehandlingen, c) trädslagsval med hänsyn till terrängförhållandena, d) val av tallprovenienser samt e) val av skogsodlingsmetod.

a. Ur snöskyttesympunkt bör en sådan huggningsform användas, som medför ett så tunt snötäcke som möjligt efter avverkningen och därmed så låg temperatur omkring plantorna i snön att svampens utveckling motverkas. Detta kan ske antingen genom skärmställning eller genom upptagande av stora kalhyggen (jfr tab. 4). Ur snöskyttesympunkt har den senare avverkningsformen med s. k. plantskogsröjning medförande jämnhög föringring visat sig vara att föredraga i de trakter, där den kan tillämpas (WRETLIND 1931, 1934), medan successiv utglesning och föringring under skärm alltid medför luckor i beståndet, där snöskytte gynnas (jfr fig. 33). Genom att »öppna» hyggena t. ex. mot myrmarker samlas icke snön i stora drivor i hyggeskanterna, där i annat fall ofta kraftiga snöskyttehärdar bruka utvecklas.

b. Intill stubbar och lågor (fig. 62) samt omkring uppresta torrtoppar och grenar (fig. 63) avsmälter snön lättare, varigenom snöskytteangrepp motverkas (jfr fig. 33). Färskt tallris verkar på samma sätt men bör ej kvarlämnas på hyggen med tallplantor vid avverkning under höst och förvinter, då barren på riset kunna angripas av snöskytte och bidra till sjukdomens spridning (SJÖSTRÖM 1937, 1946). — Hyggesbränning bör teoretiskt sett verka hämmande på snöskyttets utveckling, dels genom förstörelsen av infektionsmaterial, dels genom sin gödslingseffekt, som kan medföra en mycket gynnsam första utveckling av plantorna, vilken visserligen i och för sig snarare be-

främjar svampens angrepp men samtidigt bör vara av utomordentlig betydelse med hänsyn till plantornas möjligheter att växa ifrån snöskytterisken. Några exakta iakttagelser rörande bränningens eventuella gynnsamma inflytande ur snöskyttesynpunkt ha dock hittills icke gjorts.

c. Med hänsyn till snöförhållandena på nord- och sydsluttningar borde på grund av snöskytterisken odling av tall i höjdlägen endast företagas på sydsluttningar eller plan mark, medan gran lämpligen kunde införas på nordsluttningar (jfr fig. 43).

d. Beträffande tallfröets proveniens bör snarare — med hänsyn till vad som främkommit rörande olika resistens mot snöskytteangrepp — frö från platser något norr om odlingsorten än från trakter söder därom komma till användning.

e. Beträffande skogsodlingsmetod kan principiellt framhållas, att enkeltälld föryngring (plantering) är mest ägnad att undgå snöskytteangrepp. Av gruppställda föryngringsformer (sådd) bör strecksådd vara att föredraga framför rutsådd, emedan snöskyttesvampens mycel efter infektion i den rutformiga sådden har mindre sträckor att utbreda sig för att omfatta *alla* plantorna än i ett såddstreck av t. ex. 1 m längd (jfr fig. 13, 14). Sådd av tall och gran tillsammans torde icke annat än i undantagsfall innebära någon fördel. Odlade tillsammans med starkt snöskytteangripna tallplantor kunna även granplantor bli starkt skadade och i vissa fall t. o. m. dödade av snöskytte (fig. 64).

22. Bekämpning av snöskytte med kemiska medel torde av kostnadsskäl framför allt böra komma till användning i plantskolor (jfr fig. 65). Genom en serie besprutningsförsök med olika preparat på såväl yngre som äldre plantor vid olika tidpunkter har det visat sig, att snöskytte 100 %-igt kan bekämpas på denna väg (jfr FAULL 1930, NENZELL 1943). Det bästa medlet har visat sig vara svavelkalk, som bör tillföras i finfördelad form lämpligen medelst s. k. rygstrycksspruta strax före snöns ankomst på hösten (konc. omkr. 3 %), varvid även friska barrpartier skola besprutas (se för övrigt tab. 12—15).

23. Ett flertal andra svampar med liknande biologi som snöskyttesvampens har studerats i samband med snöskytteundersökningarna. Detta gäller både rent saprofytiska mycel (fig. 66) och parasitiska former, såsom *Melampsora pinitorqua*, *Dasyscypha fusco-sanguinea* (fig. 67), *Fusarium*-arter samt flera allvarliga skadesvampar på granplantor både i plantskolor (fig. 68) och i naturlig återväxt. Till svampar av det sistnämnda slaget hör framför allt det s. k. *gransnöskyttets* svamp, som ännu icke är beskriven och tillhör ett helt nytt släkte (plansch 2). Fortsatta undersökningar av dessa svampgruppers biologi pågå.

### Anförd litteratur

- BAXTER, D. V., 1943. Pathology in forest practice. — New York. 618 s.
- BELLANDER, N., 1916. »Torkande ungskogar». — Trävaruindustrien, 42, s. 3.
- BERG, Å., 1929. Den nya skogen. Studier från övre Norrlands svårförnygrade skogsmarker. I. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 38—77.
- BERRY, J. A. & MAGOON, C. A., 1934. Growth of microorganisms at and below 0° C. — Phytopathology, 24, s. 780—796.
- BJÖRKMAN, E., 1942. Renkultur försök med snöskyttesvampen (*Phacidium infestans* Karst.). (Reinkulturversuche mit dem Schneeschüttepilz (*Phacidium infestans* Karst.)). — Svensk Bot. tidskr., 36, s. 108—123.
- 1944. Snöskyttefrågan. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 53—60.
- 1945 a. Snöskyttefrågan. Ett klarläggande. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 44—46.
- 1945 b. Studier över ljusets betydelse för förnyringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. (On the influence of light on the height-growth of pine plants on pine-heaths in Norrland). — Medd. Statens skogsforskningsinstitut, 34, s. 497—542.
- 1946 a. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. (On storage decay in pulpwood yards and its prevention). — Medd. Statens skogsforskningsinstitut, 35:1, 174 s.
- 1946 b. Om uppkomsten av stockblånad och lagringsröta i furusågtimmer i samband med flottning. (On the development of log blue stain and storage decay in pine sawtimber during floating). — Medd. Statens skogsforskningsinstitut, 35:5, 56 s.
- 1946 c. Om orsakerna till den s. k. rotkonkurrensens olika yttringar på norrländska tallhedar. — Manuskri.
- 1947. Snömuggen gör betydligt skade på furuskogen. — Østlendingen (Elverum, Norge), 28/6.
- BOVALLIUS, R. & HELMER, K., 1938. Norrlands Skogsvårdsförbunds exkursion till Häl-singland 1938. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 210—272.
- BOYCKE, J. S., 1938. Forest pathology. — New York and London. 600 s.
- Den 6. Nordiske Skogkongress 1947, Østerdalsturen. — Oslo. 38 s.
- EKLUND, B. & HUSS, E., 1946. Undersökningar över äldre skogskulturer i de nordligaste länen. (Investigations of old forestcultivations in northern Sweden). — Medd. Statens skogsforskningsinstitut, 35:6, 104 s.
- ENEROTH, O., 1927. Studier över risken vid användning av tallfrö av för orten främmande proveniens. (A study on the risks of using in a particular district pine-seed from other sources). — Medd. Stat. skogs-fors.-anst. 23, s. 1—62.
- FORSSLUND, K.-H., 1944. Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga förnyring. — Sv. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 366—376.
- FAULL, J. H., 1929. A fungus disease of conifers related to the snow cover. Journ. Arnold Arboretum, 10, s. 3—8.
- 1930. The spread and the control of *Phacidium* blight in spruce plantations. — Journ. Arnold Arboretum, 11, s. 136—147.
- GARRETT, S. D., 1944. Root disease fungi. — A treatise on the epidemiology of soil-borne disease in crop plants, and a first exposition of the principles of root disease control. — Ann. Cryptogamici et Phytopathologici, 1, 177 s.
- GÄUMANN, E., 1945. Pflanzliche Infektionslehre. Lehrbuch der allgemeinen Pflanzen-pathologie für Biologen, Lantwirte, Förster und Pflanzenzüchter. — Basel. 611 s.
- 1946. On the term »resistance» in plant pathology. — Journ. Ind. Bot. Soc., s. 87—89.
- ROTH, C. & ANLIKER, J., 1934. Ueber die Biologie der *Herpotrichia nigra* Hartig. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, 44, s. 97—116.
- HAACK, 1911. Der Schüttepilz der Kiefer. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdw., 43, s. 329—357, 402—423, 481—505.

- HAGEDORN, H. C. & JENSEN, B. N., 1918. Om kvantitativ Bestemmelse af minimale Glucosemængder, særlig i Blod. — Ugeskrift for Læger, 80, s. 1217—1228.
- 1923 a. Zur Mikrobestimmung des Blutzuckers mittels Ferricyanid. — Biochemische Zeitschr., 133, s. 46—58.
- 1923 b. Die Ferricyanidmethode zur Blutzuckerbestimmung. II. — Ibid., 137, s. 92—95.
- HAGEM, O., 1926. Schütteskader paa furuen (*Pinus silvestris*). — Medd. Vestl. Forstl. Forsøksst., 7, s. 1—133.
- HAHN, C. G. & AYERS, T. T., 1934. *Dasyscyphae* on Conifers in North America. III. *Dasyscypha pini*. — Mycologia, 26, s. 478—501.
- HAMBERG, H. E., 1896. Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. V. Snötäcke. (De l'influence des forêts sur le climat de la Suède. Couche de neige.) — Bih. t. Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogsväsendet för år 1895, s. 1—36.
- HARTSUIJKER, K., 1940. Het wetenschappelijk Onderzoek van Fungiciden. — Bergen op Zoom. 143 s.
- HESSELMAN, H., 1910. Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor I. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden I). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 7, s. 249—292.
- 1917. Studier över de norrländska tallhedarnas föryngringsvillkor II. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 13—14, s. 1221—1286.
- HJORT, R., 1947. Förbundets exkursion i Malåtrakten år 1947. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 389—480.
- HOLMBÄCK, B., 1920. Norrlands Skogsvårdsförbunds exkursion till skyddsskogarna inom Frostvikens revir i juli 1920. — Skogsvännen, s. 87—120.
- HOLMGREN, A. & TÖRNGREN, E., 1932. Studier i den norrländska föryngringsfrågan. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 9—133.
- HORSFALL, J. G., 1945. Fungicides and their action. — Annales Cryptogamici et Phytopathologici, 2. 239 s.
- JØRSTAD, I., 1925. Norske skogsykdommer. I. Nåletresykdommer bevirket av rustsopper, ascomyceter og *fungi imperfecti*. — Medd. fra Det norske skogforsøksvesen, s. 19—186.
- 1928. Nord-Norges skogsykdommer. — Tidsskrift for skogbruk, 36, s. 365—456.
- & ROLL-HANSEN, F., 1943. Melding om sykdommer på skogtrær i årene 1936—1941. — Direktoratet for skogbruk, virkeshusholdning og jaktvesen, Oslo, s. 11—25.
- KAASA, J. A., 1921. Sneskytten (*Phacidium infestans*) og dens betydning for furuforyngelsen. — Tidsskr. for skogbruk, 29, s. 281—284.
- KARSTEN, P. A., 1886. Fragmenta mycologica XXI. — Hedwigia, 25, s. 231—233.
- KERÄNEN, J., 1920. Über die Temperatur des Bodens und der Schneedecke in Sodankylä nach Beobachtungen mit Thermoelementen. — Finska Vetenskapsakad. Ann., Ser. A. 13. 200 s.
- KÄRCHER, HEDWIG, 1931. Über die Kälteresistenz einiger Pilze und Algen. — Planta 14, s. 515—516.
- LAGERBERG, T., 1912. Studier öfver den norrländska tallens sjukdomar, särskildt med hänsyn till dess föryngring. (Studien über die Krankheiten der norrländischen Kiefer mit besonderer Rücksicht auf ihre Verjüngung.) — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 9, s. 135—170.
- 1915. Tallsytte och snösytte. — Skogen, s. 117—126.
- 1933. *Ascochyta parasitica* (Hartig), en skadesvamp på granplantor. — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 1—10.
- LANGLET, O. 1934. Proveniensfrågan i ny belysning. — Skogen, s. 245—252.
- 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper. (Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Beiträge zur Kenntnis der Ökotypen von *Pinus silvestris* L.). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 29, s. 219—470.
- 1943. Photoperiodismus und Provenienz bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). (Fotoperiodism och proveniens hos tallen). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 33, s. 295—330.
- 1945. Om möjligheterna att skogsodla med gran- och tallfrö av ortsfrämmande proveniens. — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 1—11.

- LEVI, F. & CHORUS, U., 1932. Wintertemperaturen in und unter der Schneedecke. — Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Ges., 113, s. 319.
- LINELL, D., 1944. Grönmykos förorsakad av *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. II. Fysiologiska undersökningar över grönmykosens svamp. (Physiological investigations into the fungus of Green Muscardine). — Stat. Växtskyddsanst. Medd., 43, s. 59—90.
- LINDBERG, F., 1914. *Thelephora laciniata*, flikig barksvamp, och *Phacidium infestans*, snöskytte, två stora skadegörare i de norrländska plantskolorna. — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 569—574.
- 1916. Snöskytte och blandbestånd. — Skogen, s. 319—320.
- LINDBERG, G., 1939. Über den Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration auf das Wachstum verschiedener *Marasmius*-Arten. — Svensk Bot. tidskr., 33, s. 341—346.
- 1944. Über die Physiologie ligninabbauender Bodenhymenomyzeten. Studien an schwedischen *Marasmius*-Arten. — Symb. Bot. Ups., VIII:2. 183 s.
- LINDFORS, T., 1922. Studier över Fusarioser. II. Om *Fusarium*-angrepp på späda barrträdplanter. — Medd. fr. Centr.-anst. f. försöksv. på jordbruksområdet, 238, s. 1—24.
- LUYET, B. J. & GEHENIO, P. M., 1940. Life and death at low temperatures. — Biodynamica, Missouri.
- MÅLMSTRÖM, C. & JANSSON, A., 1944. Karta över trädslagsfördelningen omkring år 1940 inom Västerbottens läns lappmarker (Lycksele och Åsele lappmarker). (Forest map of southern Swedish Lapland). — Stockholm.
- MATTSSON MÄRN, L. & NENZELL, G., 1941. Studier över snöskytteangrepp inom tallföryngringar å Bergvik och Ala Nya Aktiebolags marker. (Zusammenfassung). — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 160—191.
- 1944. Snöskyttefrågan. Ett genmäle. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 344—349.
- MATTSSON MÄRN, L., 1944. Några skogliga synpunkter på snöskytteproblemet. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 380—402.
- MELIN, E., 1936. Methoden der experimentellen Untersuchung mykotropher Pflanzen. — Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, 4, s. 1015—1108.
- MØRKVED, O., 1947. Skogkongressen. Inntrykk fra ekskursjon nr 2. — Østerdalsturen. — Skogbrukeren, Oslo, 22, s. 248—253.
- NANNFELDT, J. A., 1932. Studien über die Morphologie und Systematik der nicht-lichenisierten inoperculaten Discomyceten. — Nova acta Reg. Soc. Scient. Ups. 368 s.
- NENZELL, G., 1942. Snöskyttestudier å Bergvik och Ala Nya Aktiebolags marker II. Snöskyttebarr som sjukdomsspridare. (Zusammenfassung). — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 64—100.
- 1943. Redogörelse för undersökningar åren 1940—43 över snöskyttesvampen och dess bekämpande i tallföryngringar å Bergvik och Ala Nya A.-B:s marker. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr. s. 293—314.
- NORDFORS, G., 1926. Bidrag till kännedomen om tallens uppträdande, föryngring och livsvillkor inom Jämtlands läns fjällskogar. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 282—354, 384—432.
- Nordiska Fröhandels katalog nr 54, 1948. — Stockholm.
- OL, J. A., 1909. O *Phacidium infestans* Karst. kak vosmoschnom vreditel malodych sosen. — Bolesni rastenij, 6, s. 128—135.
- PEHRSON, S., 1948. Studies in the growth physiology of *Phacidium infestans* Karst. — Physiologia Plantarum, 1, 38—56.
- PLYM FORSHELL, W., 1947. Norrlands skogsvårdsförbunds excursion i trakten av Lycksele år 1946. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 41—130 (114—116).
- ROBAK, H., 1942. Cultural studies in some Norwegian wood-destroying fungi. A biological study and contribution to diagnostics of wood decay. (Undersøkelser over en del norske tømmerråtesopper i kultur. En biologisk studie og et bidrag til treråtenes diagnostikk). — Medd. Vestl. Forstl. Forsøksstation, 25. 248 s.
- RONGE, E. W., 1928. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogsbruket. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 308—356.
- 1929. Om tjälbildningen i skogsmarken. Ett genmäle. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 259—265.



- RUBNER, K., 1937. Schüttebefall an Kiefer verschiedener Herkunft. — Tharandter Forstl. Jahrb., 88, s. 289—293.
- SCHOTTE, G., 1923. Tallfröets proveniens. Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga. (La provenance des semences du pin sylvestre — une question très important pour la régénération des forêts en Norrland). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 20, s. 305—400.
- SJÖSTRÖM, H., 1929. Något om tallen samt dess produktion och föryngring inom norra Dalarnas sandstens- och porfyrområde. (Something about the pine-tree and its production and reproduction in the sandstone and porphyry area of northern Dalecarlia). — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 1—60.
- 1937. Iakttagelser och undersökningar över snöskyttets (*Phacidium infestans*) uppträdande på tallen i höjdlägen i Norrland och Dalarna. (Schädigung des Kiefernwachstums durch Schneeschütte). — Svenska Skogsvårdsför. tidskr., s. 205—249.)
- 1946. Om tallens föryngring och snöskyttet. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 421—450.
- SMART, H. F., 1935. Growth and survival of microorganisms at sub-freezing temperatures. — Science, 82, s. 525.
- STEFANSSON, E., 1946. Norrlandsfilialen. — Sägverksägaren, 8, s. 16—17.
- STOLTENBERG, E., 1934. Snemugg (Sneskytte). — Tidskr. for Skogbruk, 42, s. 228—240.
- 1945. Snöskytten (*Phacidium infestans*). — Tidskrift for Skogbruk, 53, s. 185—190.
- SYLVÉN, N., 1916—17. Om tallens knäcksjuka (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.). (Über den Kieferndreher (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.). — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 13—14, s. 1077—1140.
- TERRIER, C., 1942. Essai sur la systématique des *Phacidiaceae* (Fr.) sensu Nannfeldt (1932). — Bern, 99 s.
- TRAPPMANN, W., 1927. Schädlingbekämpfung. Grundlagen und Methoden im Pflanzenschutz. — Chemie und Technik der Gegenwart, 8, 440 s.
- VLEUGEL, J., 1911. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora in der Umgebung von Umeå. — Svensk Bot. tidskr., 5, s. 339.
- WALTER, H., 1931. Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. Untersuchungen über den osmotischen Wert. — Jena, 174 s.
- WEBER, ANNA & STAPEL, C., 1941. Bekæmpelse af Haveplanternes Sygdomme. Kortfattede, praktiske Anvisninger. — Alm. Dansk Gartnerforening, 184 s.
- WEIR, J. M., 1913. An epidemic of needle disease in Idaho and western Montana. — Phytopathology, 3, s. 252—253.
- WEST, T. F. & CAMPBELL, G. A., 1946. DDT. The synthetic insecticide. — London, 301 s.
- WIBECK, E., 1929. Till frågan om sambandet mellan en ords värmeklimat och hårdigheten hos dess tallvegetation. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 231—258.
- 1930. Proveniensen betydelse för skogsbruket. Föredrag i Lantbruksakademien. Kungl. Lantbruksakad. Handl. och tidskr., s. 234—258.
- WRETLIND, J. E., 1931. Bidrag till belysande av de norrländska tallhedsproblemen. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 263—314.
- 1934. Bidrag till belysande av föryngringsbetingelserna på övre Norrlands tallhedsmarker. — Norrl. Skogsvårdsförb. tidskr., s. 261—342.
- 1947. Program för Norrlands Skogsvårdsförbunds exkursion i trakten av Malå-träsk 30 juni—1 juli 1947. — Stockholm, 75 s.
- ÅNGSTRÖM, A., 1936. Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet. (Soil temperature in stands of different densities). — Medd. Stat. skogsförs.-anstalt, 29, s. 187—218.
- ÖFVERHOLM, A. F., 1916. Torkande ungsogar. — Trävaruindustrien, 37, s. 4.

### *Summary.*

## **Studies on the biology of the Phacidium-blight (*Phacidium infestans* Karst.) and its prevention.**

The first description of *Phacidium infestans* Karst. was given in Finland in 1886. The fungus is known in the northern parts of Europe, Asia and America. In America a variety of coniferous trees are reported to sustain serious damage from this fungus or probably from related species, but in Europe and Asia *Phacidium infestans* is of practical importance to *Pinus silvestris* L. only, although it has been known to attack other coniferous trees in rare cases (Table 1, Fig. 6).

### **The infection biology of the snow-blight fungus.**

The fungus probably attacks the needles through the stomata (Fig. 1). The infection takes place in the autumn, but pathologic changes do not appear until the following spring after thaw has set in and the infected needles become a warm brown (Plate 1). During the summer the needles bleach under the influence of the sunlight and during the autumn they become a more or less pure gray and at the same time very brittle. In normal cases the needles are not shed, however, until the next year. At first the apothecia can be seen to appear as black spots under the epidermis of the attacked needle, but gradually they take the form of tiny swellings on the surface of the needle, which burst in the autumn (Fig. 2—4).

The spores (Fig. 5) of the fungus disseminate in the autumn and germinate as soon as the needles have become embedded in snow so that the fungus receives the required moisture. Snow blight attacks needles in all ages, consequently also living needles on old windfalls on the ground. Generally the dissemination takes place within a restricted area which, however, can be increased considerably under favourable conditions. During germination a grayish white mycelium spreads on the needles (Fig. 7—12).

Pure cultures of snow-blight mycelium have been raised from spores (autumn), from affected needles (spring) and from surface mycelium on the needles (autumn and spring; but not when the plants have been surrounded by snow). Cf. Figs. 7, 15, 16, and BJÖRKMÄN 1942.

Even if the fruiting-bodies do not attain maturity, a fresh attack may originate from the needles, the mycelium starting from them. This fact also explains the concentrical dissemination of the disease from an old damage. If the fruiting-bodies are mature, the spores can germinate without spreading, in which case the mycelium originates from growing spores (Fig. 7). A number of experiments partly in a greenhouse, partly under natural conditions in nurseries have shown that the maximum distance from the point of infection that the snow-blight mycelium can penetrate on the ground or on young pine seedlings (1—2-year-old) does not exceed 20—30 cm during one winter (Figs. 13—15, 18, 55, 56). The mycelium proved to be able, however, to penetrate not less than 46 cm from the point of infection during one winter in seed rows between comparatively old plants (3—4-year-old), probably on account of the conditions being more favourable for the fungus between the higher plants (more air, and higher temperature under snow cover).

A series of infection-experiments carried on over a period of several years and arranged in different ways (cf. Figs. 17—19) have made it possible to ascertain that the heaviest damages of snow blight always occur in plants that have been infected during the autumn or early winter (Table 2). Thus the fungus normally completes part of its development already in early winter. As considerable attacks are the result of infection in January as against trifling attacks of infection in March or later, the conclusion can be drawn that the fungus also grows during mid-winter. What actually takes place in this case is probably a *continued* growth in the needles rather than a development after a fresh infection, which always requires more time to get on its way and which does not start as easily as when the infection proper has taken place under more favourable conditions (cf. the same circumstances e.g. concerning the development of decay fungi in very moist wood; see BJÖRKMAN 1946, p. 171). — Certain experiments in discontinuing normal snow-blight attacks at various times during winter proved that an uninterrupted development of the mycelium of the snow-blight fungus during the whole winter is necessary to cause really heavy damages (Fig. 19). Consequently a lengthy thawing period ought to have a favourable effect on the extent of the attacks (cf. Fig. 20).

Snow-blight damages do not reach higher than 1 to 2 dm under the surface of the snow cover. The extent of the damages is directly proportionate to the depth of the snow cover in winter (Fig. 21).

### The life-conditions of the snow-blight fungus.

*The importance of temperature.* Among the conditions of life decisive for the development of the snow-blight fungus, temperature is the most important one. A series of growth experiments showed that the optimum for the fungus' development was at + 15° C. At a temperature of + 20° C the mycelium grows at a considerably much lower rate than at + 10° C and at a constant temperature of + 25° C it dies after a certain length of time. Growth is still good at + 5° C and even at 0° C. Growth has been demonstrated at a temperature as low as — 5° C (Figs. 22—27).

Newly isolated mycelium showed better growth, especially at a higher tempera-

ture, than mycelium that had been kept at the laboratory in pure culture for three years at a temperature of  $+15^{\circ}\text{C}$  (Figs. 22—24). At  $0^{\circ}$  and at  $+5^{\circ}\text{C}$  the mycelium grows slowly at first but subsequently very fast simultaneously developing a thick aerial mycelium (Figs. 23, 25). The colour of the mycelium also varies with the temperature. Thus the mycelium is grayish white with a slight pigmentation of the oldest parts at  $0^{\circ}$  to  $+5^{\circ}\text{C}$ , at  $+10^{\circ}\text{C}$  it becomes grayish black and finally at  $+15^{\circ}\text{C}$  deep black adopting a lighter often yellowish brown hue at  $+20^{\circ}\text{C}$  accompanied by a densification of the mycelium (Figs. 25, 27). This colour variation at different temperatures under laboratory conditions calls for a comparison with the colour of the mycelium under natural conditions and in different seasons. As mentioned before the mycelium is grayish white during its growth in the snow and on the needles, finally — after a probably total stop in the growth during the hottest part of the summer — to become a pure black in the fruiting-body tissue itself in late summer and autumn. A special experiment carried out with one and the same mycelium showed that the pigmentation and also the rate of growth of the fungus is to a certain degree dependent on the temperature at which the mycelium has previously been cultured (Figs. 26 and 27). The pigmentation (cf. also Fig. 28) and the growth were in this experiment considerably stronger for a mycelium that had previously grown at a low temperature ( $0^{\circ}$  and  $+5^{\circ}\text{C}$ ) than at a higher temperature. This difference was especially pronounced for a mycelium that was cultured at  $+20^{\circ}\text{C}$  (Fig. 27). It is shown that the physiological character of the fungus as regards temperature requirements can temporarily at least be changed through exterior habitat influences. Thus a period of storage at a low temperature appears to be able to produce an improved capability of resisting high temperatures. This conforms in principle with the above mentioned fact that a mycelium, newly isolated in spring, showed better growth at a relatively high temperature than an old mycelium that had been cultured in the laboratory at a temperature of  $+15^{\circ}\text{C}$ . It is moreover highly interesting that a storage of the fungus at very low temperatures does not injure it in the least. Thus it was shown in 1942 already (BJÖRKMAN l. c.) that a storage of the fungus at  $-22^{\circ}\text{C}$  for a period of 30 days had not at all diminished the growing power of the fungus after it had been transferred to a more favourable temperature.

*The depth of the snow cover and the temperature in it.* A snow cover of great compactness — which occurs after the action of thaw — conducts the cold better than a snow cover that has never been affected by temperatures above zero. Besides the depth of the snow cover plays an important role for the temperature in the immediate surroundings of the plants. The greatest depth of snow has been found between trees 2—3 metres high in stands of varying density, and much smaller depth firstly in large open cutting areas with small plants and secondly in more or less closed stands with large trees (Figs. 29—32). In open stands of young forest the depth of snow is considerably greater than in closed stands. In small openings and small cutting areas the depth of the snow cover is generally greater than in large clearings. Close to the trunks of old seed trees the depth of snow is always less than between the trees (Fig. 33).

Temperature readings in the snow cover proper have been performed in Scandinavia in the first place by KERÄNEN (1921). Similar readings during the winter seasons 1943—1946 have shown i.a. that the temperature at 1 dm above ground under a snow cover of 9 dm was only  $-3^{\circ}\text{C}$  at a simultaneous temperature of  $-32^{\circ}\text{C}$  in the open air above the snow cover, which implies that the snow-blight

fungus may, with regard to temperature conditions only, grow in snow up to a height of 1—2 dm even during the coldest period of midwinter (Fig. 34).

Even if the mycelium must grow during early- and midwinter already for the resulting damages to be relatively extensive, and agreed that reinfections are ineffective after the end of March, a long period of gradual thaw is very important for the development of the snow-blight fungus inasmuch as the mycelium in the needles has time to stabilize so that mature fruiting-bodies develop the next autumn. Needles affected by snow-blight infection relatively late in the winter (Febr.—March) are killed by the fungus but no mature fruiting-bodies appear in the autumn.

*Freezing of the soil.* It is an old belief that the damages caused by snow-blight are heavier if the snow falls on unfrozen soil. This is quite natural as it can be supposed that the heat stored in the unfrozen soil will influence the temperature of the lower strata of the snow cover. Temperature readings and experiments proved, however, that the frozen or unfrozen condition of the soil has probably no major significance for the temperature in the snow cover, which — as has been stated before — is the decisive factor for the development of snow blight (Fig. 35, 36, Table 3). It has also been mentioned earlier that the most important factor influencing the temperature of the snow cover is its depth. Temperature readings showed that the smallest risk of damages from snow blight is present in large, open clearings with low snow temperature caused firstly by heavy soil freezing generally prevailing in these areas, and secondly by a relatively thin snow cover which moreover easily becomes more compact and consequently more conductive than under dominating trees (cf. Table 4).

North slopes often have a snow cover which lies uninterrupted for two months more than on south slopes, where in the first place the snow thaws several times in autumn and is less deep in consequence and where, in the second place, the snow cover disappears faster in spring (Figs. 39, 41, 42). As a result of the recurring thawing periods in autumn the soil on south slopes is more deeply frozen than on north slopes, where the protective snow cover does not thaw (Figs. 37, 38, 40). Consequently the snow-blight fungus finds more favourable conditions for its development on north slopes (cf. Fig. 43). Analogously it can be mentioned that the soil often freezes more deeply in the coastal districts than in the interior of Norrland.

*The importance of moisture.* Next to temperature, moisture is of the utmost importance to the development of the snow-blight fungus. This applies to the moisture of the substratum (the snow, cf. Fig. 44) as well as to the air humidity. Thus it has appeared from laboratory experiments (Figs. 45, 46) and from field experiments (Figs. 47—49), that high air humidity in the autumn is a prerequisite for the growth of the surface mycelium (Figs. 45, 49, Table 5) and that it also highly favours the maturing of the fruiting-bodies. As a matter of fact it has also been proved that the air humidity is the decisive factor for the dissemination of the spores in the autumn. This fact has been disclosed both from experiments (Figs. 50, 51) and field observations during various years. Thus a great number of new infections resulting from spores appeared in the spring of 1945 after the very wet autumn of 1944, whereas only a very limited number of spore attacks could be noted in the spring of 1946 after the uncommonly dry autumn of 1945.

*Nutrient requirements.* Laboratory experiments conducted on the mycelium of the snow-blight fungus have shown that the fungus is very unpretentious as re-

gards nutrition and oxygen (cf. Fig. 53) which exactly agrees with the fungus' mode of life in the snow. The fungus seems to be able to utilize various soluble carbohydrates with about the same ease, generally a little more effectively when the nitrogen source is asparagine than when it is ammonium nitrate (Table 6). The fungus also proved to be able to utilize cellulose to a certain extent as carbon source (cf. Fig. 52). This was on the contrary not the case with e.g. peptone or simple amino acids. Experiments with various nitrogen sources proved that all the substances tested could be utilized about equally well, the organic ones possibly a little better than the inorganic ones (Table 7).


*pH.* The pH-optimum of the snow-blight fungus lies between pH 4.0 and 6.0 apparently tending to greater acidity at low temperatures. At pH-values under 2.5 and above 7.0 the fungus will not grow. However the pH-factor does not seem to be very important ecologically, the pH of pine needles normally being between pH 4 and 6.

*The regional distribution and periodical appearance of the snow-blight fungus.* The regional distribution of the snow-blight fungus is dependent on the depth and the permanency of the snow cover. Thus as a rule the snow blight appears in the South of Norrland and Dalecarlia only on highlands but farther to the North it goes down to sea level. — The so called periodical appearance of snow blight which is especially marked in artificial stands with level regeneration is a result of the fungus' mode of growth. From a relatively innocent attack during the first year, the fungus spreads partly by the dissemination of spores, partly by concentric growth from the old damages, the attack usually culminating after three years. After that period there is generally not much needle-material left in such cultures at a suitable height for the fungus to attack, regarding the depth of snow on the locality concerned. Consequently the attack automatically comes to an end but it may burst out anew if a fresh plant generation of suitable height (e.g. after repair planting) has grown up in the clearing. On pine-heaths with regeneration of various heights for instance, there appears very seldom any periodicity in the attacks of snow blight.

*The resistance of different pine provenances against snow-blight attacks.* Experiments, conducted in a special »snow-blight nursery» (Fig. 65), consisting in the fastening of snow-blight mycelium to 1- and 2-year-old pine seedlings of various origins made it possible to show that plants of a northern provenance were more resistant against snow blight than those of a southern provenance (Figs. 54—56) — a result agreeing with especially SCHOTTES (1923) observations of spontaneous attacks in pine cultures. Plants originating from the local area were not especially resistant (cf. Tables 8, 9). Analogous results were obtained after infection of 4-year-old pine plants in a plantation at Sundmo (Table 10) and in a planted area at a height of 400 metres at Bispgården in Mid-Norrland (Table 9). In Fig. 57 a collocation has been made of the correspondence between the needle volume affected, in % of the whole needle volume (accessible to the fungus), and the dry substance of the needles, which is, according to LANGLET (1936), an exponent of the physiological condition of the plants during autumn and winter. Fig. 57 clearly shows that there is an apparent connection in the way that needles on plants of northern origin with a higher dry substance (and sugar content, cf. Table 11) are not attacked to the same high extent as needles on plants of a more southern origin with lower dry substance.

As yet no pine provenances wholly resistant (immune) against snow blight

have been found, but on the other hand the existence of different grades of susceptibility permits of a certain amount of optimism as to the breeding of snow-blight resistant pines. It is highly probable that the so called provenance-question as far as it concerns the pine in Northern Sweden is to a great extent a snow-blight problem; research in this field is going on.

*The importance of snow blight as a plant killer.* The lack of previous experiments concerning the injurious activity of snow blight makes it extremely difficult to judge the real significance of the snow-blight fungus attacks for the pine forests. Several observers maintain, however, that pine regeneration has been impossible and that artificial forestation would be idle in certain highland districts especially in Northern Dalecarlia and Härjedalen on account of the ravages of snow blight (Fig. 58). — In an attempt to solve a problem which has in the last few years been widely discussed in Sweden, i.e. the part snow blight plays in the formation and development of certain regeneration types on North-Swedish pine-heaths — especially the so called group regeneration (cf. Fig. 59) — a number of experimental plots have been laid out, which can not yet give a definite answer to the question, however. An experiment on a small scale in Northern Lapland has made it probable that the snow-blight fungus will not kill more than about 50 % of the pine seedlings even after a heavy infection (cf. Fig. 61) before the seedlings have reached a height at which they are safe from the attacks (Table 12). If the stand of seedlings is dense this reduction should not have any major importance for the future stand. A condition in this case is, however, that all seedlings are of approximately the same height. If this is not the case, the result of a heavy attack of snow blight will generally be that only a few isolated plants are capable of growing into trees and that any kind of regeneration in the gaps is made impossible (cf. Fig. 60). 

### **Different methods of combatting the snow-blight fungus.**

*Forest precautions.* Precautions against snow blight must in the first place aim at the inhibition or obstruction of the formation of the spores and of the growth of mycelium in the snow. Here direct or indirect measures can be made available. Among direct measures the cleaning of infected seedlings from the cutting areas (Table 12) and spraying with chemicals are important (cf. below). Undoubtedly more important are the indirect forest precautions, which can be divided as follows: 1) the cutting method, 2) the treatment of the cutting area, 3) the selection of tree species with regard to field conditions, 4) the selection of pine provenance and 5) the selection of seeding and planting methods.

With regard to snow blight it is essential to use a cutting method resulting in the thinnest possible snow cover after felling and consequently a low temperature in the snow surrounding the plants inhibiting the development of the fungus. This aim can be arrived at either through shelterwood method of felling or through cutting large clearings (cf. Table 4). With regard to snow blight the latter form of felling combined with levelling in the young stands is to be preferred in those regions where it can be applied (J. E. WRETLIND), whereas gradual thinning with regeneration under shelterwood always gives rise to gaps in the stand, favouring the development of snow blight (cf. Fig. 33). When cutting areas are »opened» e. g. in the direction of wet pine moorland, the snow does not collect in large drifts

along the sides of the clearings, which drifts otherwise are the hotbeds of heavy snow-blight attacks.

In the vicinity of stumps and fallen trees (Fig. 62) and round raised top wood and limbs (Fig. 63) the snow melts easier both in spring and in autumn, thus impeding the attacks of snow blight (cf. Fig. 33). Fresh pine branches have the same effect but had better not be left on cutting areas with pine seedlings after felling in autumn and early winter as the needles may be attacked by snow blight and consequently assist in the spreading of the disease (SJÖSTRÖM 1937, 1946). — Theoretically the burning of clearings ought to have an inhibiting effect on the development of snow blight firstly because it destroys the infectious material and secondly by its fertilizing effect, which can result in a favourable initial development of the seedlings, especially important with a view to their attaining a height at which they are safe from the risk of snow blight.

With regard to the snow conditions on north and south slopes and on account of the snow-blight danger, on highlands pine should only be planted on south slopes or on plateaus, whereas spruce cultures could be introduced on north slopes (cf. Fig. 43).

With regard to the provenance of pines the experiments on the susceptibility to and resistance against snow blight make it preferable to use seed from localities somewhat northerly of the place of culture rather than southerly.

As to seeding and planting methods it can be held principally that single-set regeneration (planting) is most liable to eliminate attacks from snow blight. Among forms of group-regeneration (seeding), drill sowing should be preferred to patch sowing, as the mycelium of the snow-blight fungus has a shorter distance to cover, in order to encircle *all* the plants after infection in the patch sowed culture than for instance in a seed strip of one metre's length (cf. Figs. 13, 14). Mixed seeding of pine and spruce together is probably advantageous in exceptional cases only. If spruce seedlings are cultured together with pine seedlings suffering from a heavy snow-blight attack, spruce plants can be heavily damaged and eventually killed by snow blight (Fig. 64).

*Chemical procedures of combatting the snow-blight fungus.* On account of the expense involved, the combating of snow blight with chemical preparations should probably be used in nurseries in the first place (cf. Fig. 65). A series of spraying experiments with various preparations at different times on both young and old pine seedlings have proved that it is possible to combat the snow-blight fungus with 100 % success in this way (cf. FAULL 1930, NENZELL 1943). The best preparation proved to be a lime-sulphur solution, the so called California mixture (a mixture of calcium polysulphides and calcium tiosulphate) which should be spread atomized with a portable pressure spray apparatus in the autumn immediately before the arrival of the snow, during which procedure uninfected plants should be sprayed as well (cf. Tables 13—15).

---

A great number of other fungi with a biology similar to that of the snow-blight fungus have been investigated in connection with the snow-blight research in



question. They include purely saprophytic mycelia (Fig. 66) as well as parasitic forms as *Melampsora pinitorqua* (A. Br.) Rostr., *Dasyscypha fusco-sanguinea* Rehm (Fig. 67) and *Fusarium* species besides several fungi injurious to spruce seedlings in nurseries (Fig. 68) as well as in natural reproduction. The latter group of fungi includes in the first place the so called spruce snow-blight fungus which has not been described as yet and makes part of an entirely new genus (Plate 2). The research on the biology of these groups of fungi is going on.