

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTET 13—14. 1916—1917

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS  
**13-14. HEFT**

RAPPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY  
**No 13-14**

RAPPORTS DE LA STATION DE RECHERCHES  
DES FORETS DE LA SUÈDE  
**No 13-14**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR GUNNAR SCHOTTE

# INNEHÅLL.

	Sid.
<b>Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift.</b> (Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens) av GUNNAR SCHOTTE.....	XI
<b>Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader:</b> (Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens). Försöksträdgården (Der Versuchsgarten) av GUNNAR SCHOTTE	XV
Nybyggnaden (Der Neubau) av C. LINDHOLM .....	XIX
<b>Skogsförsöksanstaltens avdelningar:</b> (Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.) Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	XXXV
Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	XLI
Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	XLIX
Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK ...	LIV
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1915:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1915.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	I
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	6
III. Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH .....	8
<b>NILS SYLVÉN: Den nordsvenska tallen</b> .....	9
Die nordschwedische Kiefer .....	I
<b>GUNNAR SCHOTTE: Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—1916</b> .....	
Über die Schneeschaden in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens in den Jahren 1915—1916 .....	XIII
<b>GÖSTA MELLSTRÖM: Skogsträdens frösättning år 1916</b> .....	167
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1916 .....	XXI
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1916:</b> (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1916.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	189
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN .....	193
III. Skogsentomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH ... ..	196
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK	197

	Sid.
EDVARD WIBECK: Om eftergroning hos tallfrö .....	201
Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernsamens bei Freilandssaat .....	XXIII
OLOF TAMM: Om skogsjordsanalyser .....	235
Über Waldbodenanalysen .....	XXV
L. MATTSSON: Formklasstudier i fullslutna tallbestånd .....	261
Eine Studie über die Formklassen der dichtgeschossen Kiefernbeständen ...	XXIX
HENRIK HESSELMAN: Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende .....	297
Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.....	XXXIII
GUNNAR SCHOTTE: Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning .....	529
The Larch and its Importance in Swedish Forest Economy.....	LIX
L. MATTSSON: Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad .....	841
The Form and Form-Variations of the Larch .....	LXXXV
HENRIK HESSELMAN: Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring .....	923
On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Saltpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests .....	XCI
NILS SYLVÉN: Om tallens knäckesjuka .....	1077
Über den Kieferndreher .....	CXXVII
IVAR TRÄGÅRDH: Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter .....	1141
Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones .....	CXXXVII
GUNNAR SCHOTTE: Om aspens produktionsförmåga .....	1205
Communication préalable de sept places d'essai .....	CXLVI
HENRIK HESSELMAN: Studier över de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor II .....	1221
Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II .....	CXLIX
SVEN ODÉN: Om kalkningens inverkan på sur humusjord... ..	1287
Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden .....	CLXIX

## Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring.

AV HENRIK HESSELMAN.

### FÖRORD.

Den första utgångspunkten för de undersökningar, som utgöra föremålet för efterföljande avhandling, lämnade de studier över tallhedarnas föryngring, vilka till en del publicerades i försöksanstaltens meddelanden år 1910. Undersökningarna över fuktighetens fördelning i marken i en svåröryngrad tallhed hade givit till resultat, att en bristande vattentillgång icke kunde vara den direkta orsaken till de svårigheter, som en föryngring av tallheden erbjuder. På samma gång hade det visat sig, att man icke genom en växling i fuktighetstillgången kunde förklara de egendomligheter i plantskogens fördelning, som man ofta finner i en glesställd tallhed. Dessa undersökningar jämte några andra skäl förde mig till den tanken, att den verkliga orsaken till den långsamma och egendomliga föryngringen förnämligast vore att söka i humustäckets beskaffenhet. För att fullt klargöra denna fråga fordrades emellertid en närmare utredning av de förändringar, som humustäcket undergår i andra skogar, när vi genom kalhuggning, blädning, bränning eller annan markberedning söka åstadkomma skogens föryngring. Under vissa omständigheter leda dessa åtgärder till önskad effekt, under andra däremot icke. Många orsaker kunna ju härvid vara verksamma, såsom olikheter i frötillgången, växlingar mellan lämplig och olämplig väderlek etc., men en mycket viktig orsak ha vi ock i den olika inverkan på markens beskaffenhet, som dessa nyssnämnda föryngringsåtgärder medföra. I vissa fall framkalla vi genom dem mera djupgående och för skogens föryngring gynnsamma förändringar, i andra däremot bli förändringarna små, eller ock kunna de gå i en för frönas groning

eller trädplantornas utveckling ogynnsam riktning. När det gäller att i detta avseende undersöka humustäckets beskaffenhet, har jag ansett det vara av vikt att främst inrikta studierna på kväveomsättningen. Humustäckets icke minst viktiga roll i skogsmarken är, att det innehåller ett kväveförråd, som genom åtskilliga processer så småningom kommer vegetationen till godo. Då kvävet, åtminstone i en för växterna tillgänglig form, vanligen utgör minimifaktorn, som så att säga reglerar markens fruktbarhet, kan en studie av det organiskt bundna kvävet omsättning leda till en i växtfysiologiskt hänseende ytterst viktig uppskattning och värdesättning av markens beskaffenhet med hänsyn till de unga plantornas snabba och kraftiga utveckling. I en föregående, nyss publicerad avhandling, »Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende»<sup>1</sup>, har jag sökt ge en sammanfattande framställning av skogsmarkens kväveproblem. Jag har därför i efterföljande avhandling ej ansett mig behöva redogöra för de där meddelade resultaten, utan förutsätter, att dessa äro bekanta för läsaren.

Vid de undersökningar, vilka behandlas i efterföljande avhandling, ha analyserna utförts av anstaltens kemistbiträden, i främsta rummet av fil. kand. GURLI LAURENTZ. Nitratbestämningarna ha, liksom förut, utförts med den kolorimeter, som tillhör Centralanstaltens bakteriologiska avdelning, vars föreståndare, professor CHR. BARTHEL, med stort tillmötesgående låtit oss begagna denna på sin institution. Till honom och andra medhjälpare ber jag att få uttala mitt varma tack.

Experimentalfältet 7/2 1917.

<sup>1</sup> Publicerad i samma häfte av anstaltens meddelanden som föreliggande avhandling.

## INNEHÅLL:

	Sid.
Kap. I. Inledning .....	927
Kap. II. Ökat ljustillträde kan öka eller framkalla humuskvävets nitrifikation .....	928
Kap. III. Hyggen i örtrika granskogar .....	931
Kap. IV. Hyggen i mossrika barrskogar med inträdande nitrifikation i marken .....	934
Kap. V. Kalhyggen i mossrika barrskogar utan inträdande nitrifikation i marken...	944
Kap. VI. Ris och multnande virkes inverkan på markens kväveomsättning .....	950
Kap. VII. Markberedningens inverkan på kvävet omsättning .....	953
Kap. VIII. Brännings inverkan på markens kväveomsättning .....	956
Kap. IX. Kolbottnar och tjärdalar .....	971
Kap. X. Sammanfattande översikt över skogsföryngringsåtgärdernas inverkan på markens kväveomsättning .....	972
Kap. XI. Om de vid förändringarna i kvävet omsättning verksamma faktorerna ...	973
Kap. XII. Sambandet mellan barrskogens föryngring och humuskvävets nitrifikation...	980
Kap. XIII. Diskussion av våra skogsföryngringsåtgärder med hänsyn till deras betydelse för humuskvävets nitrifikation .....	1000
Detaljundersökningar:	
Örtrika barrskogar .....	1031
Mossrika barrskogar med vid huggning inträdande nitrifikation i marken...	1032
Mossrika barrskogar, där enbart huggning ej framkallar nitrifikation i marken	1038
Mossrika barrskogar med fläckvis uppträdande örtvegetation .....	1041
Multnande ris inverkan på humuskvävets nitrifikation .....	1043
Inverkan av markens omröring på humuskvävets nitrifikation .....	1044
Brända eller svedda marker .....	1046
Kolbottnar och tjärdalar .....	1050
Tabeller:	
Tab. 1—3. Peptonspaltningförsök .....	1055
Tab. 5—7. Nitrifikation i lösning .....	1060
Tab. 4. Peptonspaltningförsök .....	1066
Tab. 8—10. Denitrifikation .....	1067
Tab. 11—14. Salpeterbildningen vid jordprovns lagring .....	1071
Litteratur .....	1075





## KAP. I. Inledning.

Inom skogshushållningen har väl knappast något problem så mycket diskuterats och givit upphov till så olika uppfattningar som frågan om skogens lämpligaste och lättaste föryngring. Här ha vi å ena sidan kalhuggaren, som främst litar på med konst frambringad återväxt, å andra sidan blädaren, som i den naturliga föryngringen ser det idéella målet för en rationell skogsskötsel. I många fall gå dessa åsikter skarpt isär, i andra åter kunna de närma sig varandra. Här är icke platsen att närmare diskutera de skäl, som anföras för de olika meningarna, i viss mån återkommer jag till denna sak vid slutet av denna avhandling, men i ett fall synas mig de båda åsikternas förkämpar i sina diskussioner ha försummat att utreda, vad man skulle kunna kalla föryngringens fysiologi, d. v. s. villkoren för fröets groningen och den unga plantans första utveckling. Bristen härutinnan sammanhänger delvis med en inom skogshushållningen förefintlig tendens, nämligen att på statistisk väg söka lösa rent biologiska problem. När man i ett visst antal av undersökta fall medels den ena eller andra metoden lyckats t. ex. åstadkomma föryngring, anses denna metod vara att föredraga, utan att man därvid tar i närmare betraktande, att det lyckade resultatet beror på en följd av gynnsamma faktorer, vilka det just tillhör forskningen att närmare söka utreda och analysera. Har man emellertid härutinnan lyckats, har man hela problemet så att säga bättre i sin hand, och det enskilda fallet, som skall behandlas, låter sig på ett helt annat sätt bedömas och behandlas, än när man blott på statistisk väg sökt bedöma frågan. Det vore emellertid orätt att alldeles fränkänna den i föryngringsfrågor förda diskussionen biologiska synpunkter. Ljusets stora betydelse och den roll, som markbeskaffenheten spelar, ha länge sedan insetts, men dessa frågor ha i regel icke underkastats några mer ingående undersökningar. Allmänna uttalanden och förmodanden ha vanligen fått ersätta en mer ingående analys.

När det gäller markbeskaffenheten, synes mig föryngringens fysiologi huvudsakligen böra ses från två synpunkter, nämligen för det första markens större eller mindre lämplighet för fröets groningen och för det andra dess förmåga att lämna plantan erforderlig näring under de första ut-

vecklingsåren. Lämplighet som grobädd och förmåga att nära den unga trädplantan äro emellertid egenskaper hos marken, som ingalunda behöva sammanfalla med varandra. Exempel härpå se vi bl. a. i tallhedarna, där man i lavtäcket påträffar ytterst talrika plantor, av vilka de flesta aldrig komma till någon vidare utveckling. Ett annat exempel erbjuda många nydikade mossar, där fröna med lätthet gro i den halvfuktiga *Sphagnum*-mattan, men där de flesta plantorna förr eller senare dö.

De undersökningar, för vilka redogöres i efterföljande avhandling, inrikta sig närmast på markens förmåga att nära de unga trädplantorna, och på hur brukliga skogsvårdsåtgärder verka i detta hänseende. Det är ganska naturligt, att dessa undersökningar i första hand inriktat sig på kvävet's omsättning i marken. Assimilerbart kväve bildar vanligen markens minimifaktor, som bestämmer dess bördighet. Kvävet's invinning och kväveföreningarnas omsättning i marken regleras väsentligen eller uteslutande av biologiska processer, vilka i mycket hög grad påverkas av våra skogsvårdsåtgärder. Såväl teoretiska som praktiska skäl ha därför bestämt mig för att, när det gäller markens förhållande till skogens förnyring, i första hand studera kvävet's omsättning. Jag hyser ock den uppfattningen, att de vunna resultaten bekräfta, att den valda utgångspunkten varit den riktiga.

## KAP. II. **Ökat ljustillträde kan öka eller framkalla humuskvävet's nitrifikation.**

Det är ett allmänt bekant faktum, att ett större och rikligare ljustillträde till skogsmarken ofta framkallar en både frodigare och artrikare vegetation än den, som anträffas i de slutna bestånden. Vanligen torde man tillskriva enbart och direkt det ökade ljustillträdet denna vegetationsförändring, men orsakerna ligga, varom man lätt kan övertyga sig, även djupare. I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917) har ganska utförligt visats, att det organiskt bundna kvävet i vissa skogsmarker så småningom överföres till salpetersyra, medan i andra marker nedbrytningen stannar vid bildningen av ammoniak. Till de salpeterbildande jordmånerna hör bland andra bokmullen. Någon rikligare nitratanhopning äger dock i regel icke rum hos bokskogsväxterna, i det fallet visar sig denna skogstyp underlägsen t. ex. bland bestånden av ädla lövträd. I sådan bokskog, där man icke kan iakttaga någon nitratanhopning hos markbetäckningens gräs och örter, har emellertid luckhuggningen ett tydligt inflytande i detta avseende. I bokskogarna i Skåne och på Hallandsås finner man ofta smärre luckor be vuxna med hallonsnår. Hallonen höra (HESSELMAN 1917, sid. 388) till våra mest utpräglade nitratofila växter, hallonskotten från dylika platser ge

ock en mycket kraftig nitratreaktion. Men även andra växter i luckorna reagera på samma sätt. I de delar av bokskogarna kring Skärålid, där markvegetationen är mera torftig och huvudsakligen består av smärre bestånd av vitsippor (*Anemone nemorosa*), visa örter och gräs en låg eller ingen nitrathalt; undantag gör dock alltid *Rubus idæus*. I de helt små luckorna däremot ge icke blott hallonskotten utan även sådana växter



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 1. Yppig vegetation av hallon och *Epilobium angustifolium* i mindre lucka i granskog. Värmland. Mölnbacka. 16/9 1909.

Luxuriant vegetation of raspberry and *Epilobium angustifolium* in a small clearing in a spruce-forest.

som *Viola riviniana*, *Poa nemoralis* och *Poa pratensis* en mycket kraftig nitratreaktion. De individ av dessa arter, som anträffas i det mera orörda bokbeståndet, visa däremot ingen salpeter anhopad i sina vävnader. Då det rikligare ljus, som kommer växterna till godo i luckan, bör gynna den upptagna salpeters assimilation och sålunda försvåra dess påvisande, kan den rikligare nitratanhopningen väl lämpligast förklaras på så sätt, att i luckan försiggår en livligare salpeterbildning än inuti beståndet. Jag har visserligen ej gjort några analyser för att närmare bekräfta denna min förmodan, men andra iakttagelser tala för dess riktighet. I bokskogarna på Hallandsås är humustäcket ofta ganska torvartat, i mark-

betäckningen ingå gärna blåbärsris, *Leucobryum glaucum* och andra mossor. I luckorna uppträda däremot vanligen hallon. Jordprov från luckorna nitrificera kraftigt en ammoniumsulfatlösning, medan samma slags prov från omgivande bestånd sakna denna förmåga. Det råder sålunda en betydande skillnad med hänsyn till bakteriefloran mellan jorden i beståndet och i luckan, och denna skillnad har enbart framkallats genom luckhuggningen.

Även i andra skogstyper iakttar man ofta en stark vegetationsförändring, tydande på att redan upptagandet av en lucka i hög grad påverkar kväveomsättningen i marken. Granskogarna på Värmlands hyperitmarker ha ofta en mer eller mindre mullartad humus, där man påträffar salpeterbildande bakterier (se HESSELMAN 1917). I likhet med andra örtrika granskogar förekomma dock i markbetäckningen blåbär, krus-tåtel (*Aira flexuosa*) och andra arter, som tyda på att salpeterbildningen ej är särdeles livlig (se HESSELMAN 1917). Luckorna däremot intagas av en utpräglad nitratoofil vegetation av sådana växter som hallon, *Epilobium angustifolium* samt på somliga ställen även brännässlor (*Urtica dioica*), vilka antyda, att salpeterbildningen i marken måtte starkt ha ökats (jfr fig. 1).

Dessa här i korthet omnämnda iakttagelser antyda sålunda, att förändringar i ljustillgången kunna inverka på omsättningen av markens kväveförråd. Ett närmare studium av de förhållanden, under vilka detta äger rum, lämnas i det följande. En god ledning vid dessa studier lämna de s. k. nitratofila växterna, för vilka jag redogjort i en föregående avhandling. Genom att studera dessa växters uppträdande och undersöka deras halt av salpeter har man ett lätt tillgängligt medel att bedöma salpeterbildningen i marken. De resultat, som härigenom erhållas, böra emellertid ytterligare kompletteras genom bakteriologiska undersökningar och direkta bestämningar av jordens salpeterbildande förmåga.

Då barrskogarna såväl med hänsyn till sin utbredning som sin ekonomiska betydelse spela en vida större roll i vårt land än lövskogarna, kommer jag i det följande att uteslutande sysselsätta mig med de förra. Med hänsyn till kväveomsättningen i bestånden kan man, som förut vi-sats (HESSELMAN 1917), urskilja två typer. Hos den ena typen, de örtrika barrskogarna, omföres humuskvävet till salpeterkväve, hos den andra, de moss- och lavrika barrskogarna, stannar de kvävehaltiga ämnenas nedbrytning vid bildning av ammoniak. Dessa olika typer böra isärhållas vid studiet av skogsvårdsåtgärdernas inverkan på markens kväveomsättning.

### KAP. III. Hyggen i örtrika barrskogar.

(Detaljbeskrivningar sid. 1031.)

I de örtrika barrskogarna av såväl tall som gran försiggår en salpeterbildning i marken. Så långt man kan döma av de s. k. lagringsproven (se HESSELMAN 1917) som ock av växternas nitrathalt, är salpeterbildningen ej så livlig som i många andra växtsambällen. Trots beskuggningen, som fördröjer den upptagna salpeters assimilation, kan man i regel i markbetäckningens växter ej påvisa någon salpetersyra. I detta hänseende utövar en avverkning ett kraftigt inflytande, som man redan torde finna av det exempel, jag omtalat från granskogarna inom Värmlands hyperitområde. Ett par, något undersökta fall torde vara ägnade att ytterligare belysa denna sak.

I Stockholmstrakten, t. ex. i omgivningarna kring Djursholm, höra granskogarna ofta till den örtrika typen. En karaktärsväxt är blåsippan. Mången gång är det lätt att påvisa, hurusom denna skogstyp uppkommit genom granens invandring i ekskog, här och där i granbeståndet kvarstående gamla ekar bära ett vittnesbörd härom (jfr även fig. 2). Granskogarna kring Djursholm avverkas genom en oregelbunden, mera planlös blädning, då och då resulterande i smärre luckor. I dessa finner man ej sällan en yppig blåsippvegetation, som med hänsyn till exemplarens kraftiga utveckling och blomrikedom vida överträffar vad man träffar i bestånden. Som jag förut framhållit (HESSELMAN 1917), kan man i regel ej påvisa salpeter hos blåsippan, trots att denna växt är en så utpräglad mullväxt. Blåsipporna i dessa luckor ge däremot, märkligt nog, en mycket kraftig salpeterreaktion med difenylamin och konc. svavelsyra (maj 1916), vilket visar, att salpeterbildningen i luckan måtte vara synnerligen livlig.

I Jämtlands och Lapplands på silurgrund utvecklade örtrika granskogar förekommer som bekant en ganska rik markflora. Trots att jordproven vid lagring kunna bilda ej obetydliga mängder nitrat, kan man endast mera undantagsvis påvisa salpeter hos växterna, även mer utpräglad nitratofila arter, t. ex. hallon, ge ofta negativt utslag (HESSELMAN 1917). I dessa granskogar utvecklas, som de flesta skogsmän väl känna, en utomordentligt frodig markvegetation vid upptagandet av större luckor eller kalhyggen. Vegetationen når gärna en sådan yppighet, att förnyringen i högst väsentlig mån försvåras. Hur ett dylikt hygge kan se ut, därom torde fig. 3 ge en ganska god föreställning. Den vegetation, som utvecklas, är en utpräglad nitratoofil flora, hos ett mycket stort antal arter kan man påvisa salpeter i betydande mängd, t. o. m. hos en sådan växt som *Aconitum septentrionale*, vilken mindre ofta är nitratorförande. Å sid. 1031 finner man en närmare skildring av ett sådant hygge.

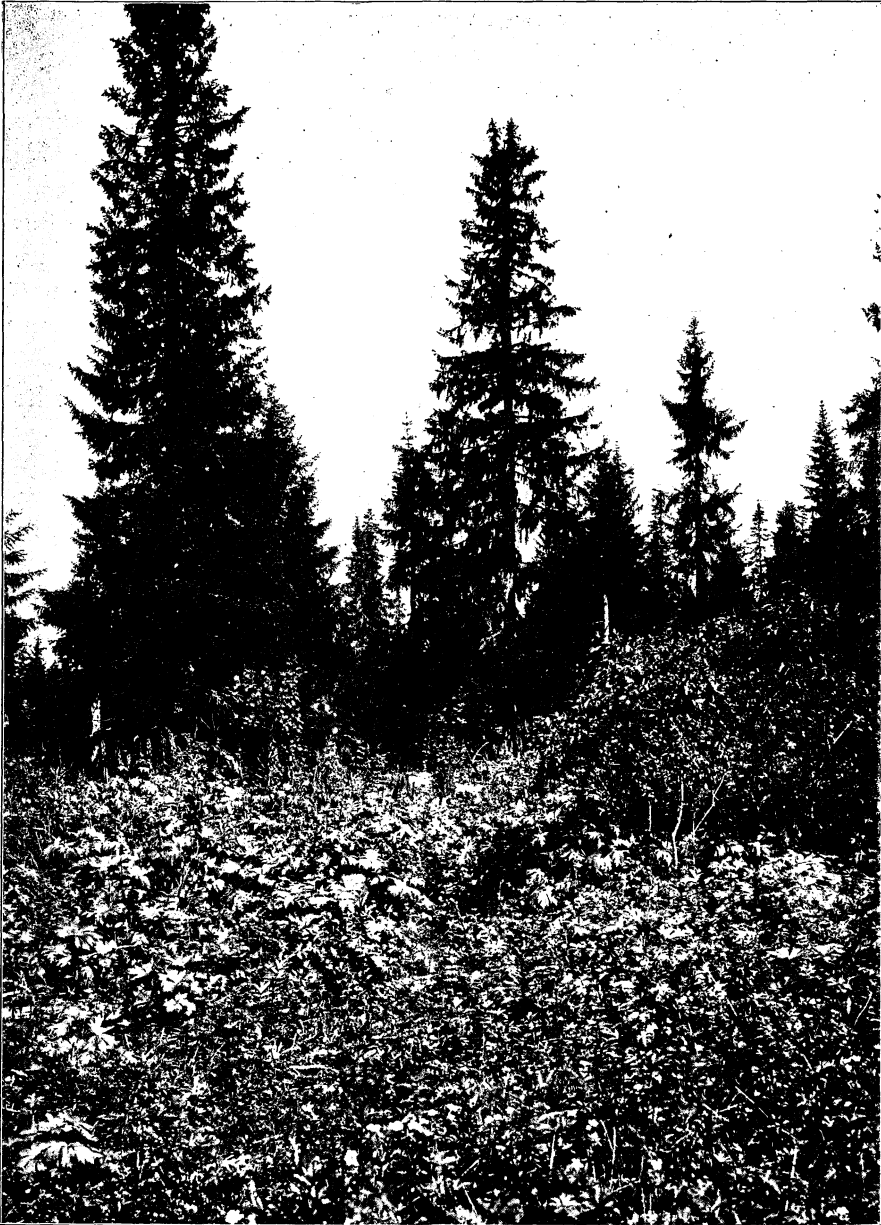


Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 2. Ekbestånd, som omvandlas i granskog. Uppland. Danderyds sn. Djursholm.  
24/4 1906.

Forest in which oak, hitherto predominant, is giving way to spruce.



Ur Skogsförsöksanstaltens samml.

Foto av T. LAGERBERG.

Fig. 3. Frodig ört- och gräsvegetation på hygge i örtrik granskog. Ångermanland. Tåsjo sn. Tåsjöberget. Juli 1915. Stor nitrathalt hos växterna.

*Aconitum septentrionale.*

Luxuriant herbaceous and grass vegetation on a clearing in a herbulent spruce-forest. Rich content of nitrates in the plants.

Hos de örtrika barrskogarna framkallar det ökade ljusstilträdet, antingen det förorsakas av en större lucka eller av ett kalhygge, en förökad salpeterbildning i marken. Man skulle möjligen kunna tänka sig, att örternas och gräsens ökade nitrathalt vore en följd av minskad konkurrens om salpetern genom trädbeståndets borttagande. Jag har ej gjort några analyser för att närmare kunna belysa saken, men huggningars inflytande i andra, mer undersökta beståndstyper tala för att det verkligen är fråga om en ökning av salpeterbildningens intensitet, som ger sig tillkänna i den rika flora, som utvecklas på hygget. Härför talar i synnerhet förhållandet i de typer, som jag nu går att skildra.

#### KAP. IV. **Hyggen i mossrika barrskogar med inträdande nitrifikation i marken.**

(Detaljbeskrivningar se sid. 1032.)

I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917) har jag visat, att i de mossrika barrskogarna markens organiska kväve ej överföres till salpeter, utan kommer växterna till godo antingen i form av ammoniak eller ock såsom mera komplicerade organiska kväveföreningar. Detta är även fallet i våra mest produktionskraftiga mossrika barrskogar, såsom i de av SCHOTTE (1912) närmare beskrivna barrblandbestånden i Björkviks socken, Södermanland, hörande till Jönåkers häradsallmänning.

Bestånden i denna del av häradsallmänningen avverkas genom trakt-hyggen med fröträäd, som läggas i följd intill varandra. Under första avverkningsåret tillvaratagas timmer och annat grövre virke, varefter hygget ligger örört till påföljande vinter, då brännved och massaved bortköras. Under den därpå följande våren hopsamlas riset i smärre högar och brännes, varefter marken kultiveras med tall genom rutsådd. Hjälpplantering utföres sedermera med tall och gran. Jag har närmare undersökt en serie hyggen av olika åldrar i närheten av Villkärstugan i Björkviks socken, en detaljerad beskrivning återfinnes å sid. 1032—1035.

Innan jag ingår på en närmare redogörelse för dessa hyggen, vill jag framhålla några viktigare drag hos de bestånd, som avverkas. Bestånden utgöras av tall och gran i blandning med varandra och tillhöra den i mellersta Sverige vanliga barrblandskogstypen. Bestånden äro särdeles väl slutna, buskar saknas, ris, såsom blåbär och lingon, förekomma såväl i ringa antal som i merendels små och svagt utvecklade individ. Gräs och örter spela en mycket underordnad roll. Här och där förekomma smärre fläckar med ekorrbärsört (*Majanthemum bifolium*), spridda exemplar av vårfryle (*Luzula pilosa*), någon gång ser man *Trientalis europæa*, *Melampyrum silvaticum*. Harsyra (*Oxalis acetosella*) förekommer endast



undantagsvis, någon gång finner man smärre fläckar med *Anemone nemorosa*. I de bestånd, som ligga intill de studerade kalhyggena, är *Luzula pilosa* det enda gräset, medan örter möjligen med undantag av *Melampyrum*-arter och *Goodyera repens* saknas. Markbetäckningen utgöres väsentligen av ett jämnt mosstäcke, bildat till alldeles övervägande del av *Hylocomium parietinum* och *proliferum*, sålunda våra två vanligaste skogsmossor, av vilka den förra bildar huvudparten av mosstäckets. Detta ligger helt löst på marken och kan med lätthet lyftas upp från det underliggande humustäckets. Detta humustäcke har en mera lucker struktur, är delvis blandat med mineraljorden, men hör dock till hela sin typ till den humusform, som bildar ett skikt på marken. Enstaka smärre



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 4. Humusprov från starkt växtlig, mossrik barrblandskog, Södermanland, Björkviks sn. Vid 62 cm begynner blekjorden.  $\frac{7}{10}$  1916.

Sample of raw humus from a very good mixed forest of pine and spruce.

metmaskar anträffas. Från mera utpräglad råhumus skiljer sig den förefintliga humusformen genom sin större luckerhet, mindre seghet etc, men från mulen bl. a. därigenom att den bildar ett särskilt täcke på den underliggande mineraljorden. Humusformen torde närmast motsvara vad tyskarna kalla »moder», på svenska ha vi tyvärr ännu ej något gott namn, jag skulle emellertid vilja föreslå mossmylla. Humusformen reagerar utpräglat surt, nitrifikationsbakterier saknas, vid lagring bildas endast några spår salpeter. Under detta humustäcke följer ett tydligt, men ej vidare utpräglat blekjordsskikt om 3 à 4 cm, som underlagras av en till sin struktur ganska lucker rostjord (se vidare fig. 4). Såväl markprofil som markbetäckning äro tämligen typiska för mellersta Sveriges bättre barrskogsmarker. Det förtjänar anmärkas, att några växter, som antyda någon högre bonitet hos marken, ej förekomma, vilket även är fallet i de av SCHOTTE skildrade, utomordentligt vackra och virkesrika bestånden.

När dessa bestånd kalhuggas, inträffar en mycket långt gående förändring i marken och i vegetationen. På det hygge, som gjordes vintern 1915—1916, togos jordprov i slutet av maj 1916 ( $3^1/3$ ). Marken var då ännu så gott som oförändrad, mosstället var ännu friskt, där det icke var överstrött med vissnade barr. Några hyggesväxter hade ännu icke inkommit. Det från hygget tagna jordprovet bildade vid lagring endast minimala mängder salpeter (se tab. 11, nr 1). Redan på hösten samma år har emellertid en förändring börjat visa sig. Hygget besöktes den  $7/10$ , då anträffades spridda exemplar av *Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Senecio silvaticus* och *Taraxacum officinale*, sålunda flera utpräglade salpeterväxter.

Av dessa gåvo *Epilobium* och hallon ännu så sent som den 7:de okt. kraftig nitratreaktion, däremot ej *Taraxacum* och *Senecio*. En omläggning av hela kväveomsättningen har tydligen börjat att inträda. Salpeter, som ej bildas i marken medan beståndet är kvar, börjar mycket snart och redan under första året att bildas på hygget i sådan mängd, att nitratofila växter kunna uppträda och anhopa salpeter i sina vävnader. I denna riktning fortsätter nu utvecklingen en tid, vilket närmare belyses av förhållandena på de äldre hyggena.

Hygget från vintern 1914—1915 undersöktes samtidigt med nyssnämnda hygge sista dagarna av maj 1916. Det hade sålunda legat över en hel sommar och inträdde nu i sitt andra år. Hyggesvegetationen utgjordes av *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida* jämte en del andra örter och gräs. Hyggesväxterna förekomma emellertid ännu så länge endast i spridda fläckar. Vid undersökning visar det sig, att *Epilobium*, *Galeopsis* och *Solidago virgaurea* anhopat betydande mängder salpeter i sina vävnader, de ge med difenylamin och konc. svavelsyra en särdeles kraftig reaktion. Jordprov från detta hygge, insamlat den  $3^1/5$  samtidigt med jordproven från beståndet och hygget från vintern 1915—1916, bilda vid lagring betydande salpetermängder (se närmare tab. 11, nr 2). Sedan sålunda hygget legat en sommar, är salpeterbildningen ytterst livlig.

Detsamma är även fallet med hygget från vintern 1913—1914, som sålunda legat i två somrar. Hyggesvegetationen är i huvudsak densamma som förut, *Epilobium angustifolium* är frodigare och uppträder i rikligare mängd. Den ger jämte hallon (*Rubus idæus*) en särdeles kraftig reaktion med difenylamin och konc. svavelsyra. Att dömma av lagringsproven är salpeterbildningen ännu livligare än i det ett år yngre hygget. I avseende på hyggesvegetationens utbredning märkes nu en egenomlighet, under och omkring fröträden är *Epilobium*-vegetationen vida

glesare och lägre än på hygget för övrigt. Konkurrenten med fröträden gäller sålunda icke blott de uppväxande tallplantorna, utan ock själva hyggesvegetationen.

På hygget från vintern 1912—1913 var *Epilobium*-vegetationen uppblandad med ännu flera örter än å de yngre hyggena, såsom t. ex. *Carduus crispus* och *Fragaria vesca*. *Epilobium angustifolium* reagerar endast undantagsvis med difenylamin, vilket närmast beror på att plantorna äro äldre (se HESSELMAN 1917 sid. 338). Hallon och *Solidago* ge däremot en kraftig nitratreaktion.

På det äldsta i samma följd, på samma mark och i samma exposition belägna hygget är hyggesvegetationen ganska rik. Hygget gjordes vintern 1911—1912 och hade sålunda vid undersökningstillfället (<sup>29</sup>/<sub>5</sub>—<sup>31</sup>/<sub>5</sub> 1916) legat fyra somrar. Bland hyggesväxterna märkas utom *Galeopsis bifida* flera av våra vanligaste åkerogräs såsom mjölkdistel (*Sonchus arvensis*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och vägtistel (*Cirsium lanceolatum*) jämte flera andra. I de gamla brännfläckarna märkas även nässlor (*Urtica dioica*). *Epilobium*, som nu väl sannolikt vuxit i fyra år på hygget (alltsedan sommaren 1912), ger icke längre någon nitratreaktion, däremot är detta fallet med hallon, mjölkdistel (*Sonchus arvensis*) och vägtistel (*Cirsium lanceolatum*). Jordprov från hygget bilda vid lagring betydande mängder salpeter, dock nå kvantiteterna ej samma höga belopp som på 1914 års hygge. Huruvida detta resultat beror på en ren tillfällighet eller får tolkas som en avtagande salpeterbildning å hygget må tills vidare lämnas därhän.

Ett ännu äldre hygge ligger alldeles invid det nyss skildrade beståndet, men marken består av morän, ej av rullstensgrus. Hygget härstammar från vintern 1910—1911 och iordningställdes våren 1912. Det undersöktes såväl våren 1915 som våren 1916, sålunda vid en hyggesålder av fyra och fem år (se närmare beskrivning sid. 1034). Våren 1916 iaktogs kraftig nitratreaktion hos hallon, nässlor, somliga individ av *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida*. Jordprov, insamlade våren 1915, bildade vid lagring betydande salpetermängder (se tab. 11 nr 5). Från detta hygge togos även jordprov för bakteriologisk undersökning. Jordproven visa en stor ammoniakspaltningsförmåga (se tab. 1 nr 12), nitrifiera mycket långsamt en ammoniumsulfatlösning och denitrifiera hastigt och under livlig gasutveckling GILTAYS lösning. Bakteriefloren överensstämmer i dessa avseenden med den rena mullens.

De här skildrade hyggena lämna exempel på hur enbart själva huggningen och den därmed inträdande högre ljustillgången under gynnsamma förhållanden kan åstadkomma en radikal omvälv-

ning i markens kväveomsättning. Salpeterbildande bakterier, som saknas eller ej kunna påvisas i marken, så länge beståndet är slutet, invandra snart, redan första årets höst finnas de på hygget. En mycket livlig nitrifikation inträder, som gynnar uppträddandet av utpräglat nitratofila växter, bl. a. endelåkerogräs. Samtidigt undergår emellertid själva humustäcket en del förändringar. Strukturen blir allt mera mulliknande, den redan i beståndet före-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av G. SCHOTT.

Fig. 5. Föryngring av tall och gran i lucka, uppkommen genom nunneangrepp. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsallmanning. Nitrificerande humus. Maj 1909.

Natural regrowth of pine and spruce in a small clearing caused by nun-moth. Nitrifying humus.

fintliga tendensen till klumpstruktur blir på hygget allt mera utpräglad. Humustäcket bibehåller emellertid alltså sin sura reaktion.

De nu skildrade bestånden vid Jönåker förete samma radikala omvälvning i kväveomsättningen även när mindre luckor upptagas (se även fig. 5). I dessa uppträda gärna både hallon och *Epilobium angustifolium*, salpeterbildningen är ganska livlig. I en c:a 14-årig lucka, upptagen på grund av att granarna dödats genom angrepp av barkborrar, gävo *Triantalis europæa*, *Luzula pilosa* och hallon mycket stark nitratreaktion. Negativt utslag erhöles däremot med *Majanthemum bifolium* och

*Epilobium angustifolium* (äldre, mer utvecklade individ). Inuti det slutna beståndet insamlades talrika exemplar av *Luzula pilosa*, samtliga gävo vid nitratundersökning negativt utslag.

På samma sätt som skogarna i denna del av Jönåkers häradsallmänning förhålla sig många gånger barrblandbestånden i mellersta Sverige. Sommaren 1916 undersökte jag i sällskap med överjägmästare U. WALLMO och på vänlig inbjudan av kammarherre FR. VON MECKLENBURG skogarna under Högsjö gård i V:a Vingåkers s:n samt sedermera Alkvetterns skogar, där jag gästade disponenten HANS DAHLBERG. Det var för mig av ett särdeles stort intresse att något lära känna markförhållanden, under hvilka U. WALLMO utarbetat sin bekanta blädningsmetod, som utan tvivel haft det största inflytande på utbildningen av vår skogshushållning och som starkt influerat på så många skogsmäns uppfattning och åsikter.

Jag vill då börja med förhållandena å Alkvettern. Dess skogar äro välkända bland svenska skogsmän både för sin stora produktionsförmåga och för sina vackra föryngringar. Det mest ståtliga exempel på vackra naturliga föryngringar har SCHOTTE (1915 a, sid. 569—571) nyligen beskrivit (jfr fig. 6), de äro av ett alldeles särskilt intresse med hänsyn till den skogsbehandlingsmetod, som nu med makt bryter sig fram mångentades i mellersta Europa och som har sin förnämsta utgångspunkt i WAGNERS bekanta kantblädning, en avverkningsform, som på allt sätt söker gynna den naturliga föryngringen.

De delar av Alkvetterns skogar, som jag undersökt, ligga samtliga nedanför högsta marina gränsen. Stundom utgöres marken av en mycket styv, roströd lera (jfr A. BLOMBERG 1902), som är föga podsolerad. Morän, mer eller mindre inblandad med lera, bildar emellertid största delen av skogsmarken. I de väl slutna bestånden av tall och gran eller av övervägande gran ha risen endast en mycket svag utveckling och spela en mera underordnad roll i markbetäckningen, som förnämligast karaktäriseras av ett jämnt mjukt mosstäckte av de vanliga skogsmossorna, *Hylocomium parietinum* och *H. proliferum*, mera undantagsvis förekommer *H. triquetrum*. Örter och gräs spela, åtminstone i kvantitativt hänseende, en mera underordnad roll. Man finner spridda exemplar av harsyra (*Oxalis acetosella*) samt enstaka eller här och där strödda exemplar av vitsippa (*Anemone nemorosa*). Humustäcktet är ganska tunt, dess mäktighet överstiger föga det i fig. 4 avbildade provet, det har vanligen en mera seg, råhumusartad struktur än Jönåkersproven.

Några analyser å humustäcktet i bestånden ha ej gjorts, men strukturen, markbeskaffenheten och markbetäckningen etc. visa, att den här förekommande humusformen är så närbesläktad med och så lik den, som förekommer i Jönåkersbestånden, att jag är övertygad om, att någon

nitrfikation ej förekommer. I örterna i beståndens markbetäckning har jag ej heller kunnat påvisa någon salpetersyra, t. ex. hos *Luzula pilosa*. Den vegetation, som infinner sig i luckan och på större hyggen, är däremot en utpräglad salpeterflora. Snart sagt hos samtliga gräs och örter kan man påvisa betydande salpetermängder, t. o. m. hos sådana växter som *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis* m. fl., hos vilka man mera sällan kan påvisa salpeter. Särskilt upplysande och intressant är i detta avseende en bländningslucka, som första gången upptogs för flera år sedan, men som utvidgades betydligt vintern 1913—1914 (närmare beskrivning se sid. 1036). I juli 1916 fanns i luckan en utpräglat nitratofil flora, där de flesta arterna hade betydande mängder salpeter i sina vävnader, medan samma arter i det omgivande beståndet visade sig fullt nitratfria (se sid. 1036). Vi återfinna således härvid Alkvettern alldeles samma förhållanden som i Jönåkersskogarna, nämligen att redan det ökade ljustillträde, som blir en följd av luckhuggningen, framkallar en förändring i kväveomsättningen. Skogarna kring Alkvettern reagera i detta hänseende ännu livligare än de skildrade Jönåkersbestånden. En del kalhyggen, t. ex. å Knappedsåsen ovanför sjön Alkvettern, ha en ganska artrik hyggesvegetation av gräs och örter, av vilka ett betydande antal gävo en mycket kraftig nitratreaktion (se närmare sid. 1036). Bland de mera nitratofila växterna märkas här även stinksyskan (*Stachys silvatica*) och skogsallad (*Lactuca muralis*).

Ännu mer påfallande är den snara omsättning, som inträder vid huggningar i Lanforsbestånden. Här har skogsavdelningen en större provyta för studerandet av WAGNER-bländningens användbarhet och lämplighet i vårt land. För att förbereda hyggena upptog professor SCHOTTE vintern 1914 (nov.) en fem meter bred gata, varjämte ett 20 à 25 meter brett bälte intill denna gata ljushöggs (SCHOTTE 1915 b, sid. 764). Redan i juli 1916 började marken förändra sig i den ovannämnda gatan, *Luzula pilosa* hade ett synnerligen frodigt utseende, påminnande om de plantor, som äro nitrathaltiga. Denna växt visade visserligen ingen reaktion, lika litet som skogsstjärna (*Trientalis europæa*) och harstarr (*Carex leporina*), kraftig reaktion erhöles däremot med i gatan växande, helt unga exemplar av *Epilobium angustifolium*.

Samma markförändringar iakttagas utmed de äldre beståndskanterna, där granen föryngrar sig särdeles vackert (se fig. 6). Här anträffas hallon, smultron m. fl. växter, tydande på mullaktig jordmån. Många ge kraftig nitratreaktion, t. ex. hallon, *Luzula pilosa*, *Epilobium angustifolium* m. fl. (se närmare sid. 1037).

På föryngringsplatserna vid Lanfors togos på senhösten 1914 åtskilliga jordprov för bakteriologisk undersökning, likaledes några prov från



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 6. Från nordsidan av Lanforsbeståndet, Alkvettern, numera Skogsförsöksanstaltens försöksyta 294. Genom tidigare avverkning har i nordkanten uppstått en utmärkt förnygring. Beståndet ytterligare stämplat för avverkning mot söder. Nov. 1914.

Fine natural regrowth of spruce at the border of the forest.

bestånd och föryngringsluckor. En redogörelse för resultaten återfinnes i tabellerna n:r 2, 5, 9. Undersökningarna omfatta såväl nitrifikations- och denitrifikationsförmågan som ammoniakavspaltningen i en peptonlösning. Samtliga prov utmärka sig för en stor peptonspaltningförmåga, varjämte alla prov från föryngringsytor nitrifiera, om än långsamt, en ammoniumsulfatlösning, vilken egenskap däremot saknas hos jordprovet från det slutna beståndet. Detta talar tydligen för min nyss uttalade åsikt, att kvävet i beståndens humustäcke ej nitrifieras. Resultaten vittna i alla händelser om en viktig skillnad i bakteriefloran hos marken i bestånden och i de upptagna luckorna. Med hänsyn till denitrifikationen, salpeterförstoringen, är resultatet mera växlande. I luckorna och på föryngringsplatserna har den vanligen visat sig ganska stor, men i ett fall dock mindre än i beståndet.

Skogarna under Högsjö gods i V:a Vingåkers socken skötas sedan länge tillbaka efter WALLMOS blädningsprinciper (se även fig. 7). De utgöras av barrblandskogar av den i mellersta Sverige vanliga typen. Bestånden äro väl slutna, markbetäckningen består i övervägande grad av ett mosstäcke, huvudsakligen bildat av *Hylocomium parietinum* och *proliferum* med något inströdda *Dicranum*-arter, mycket enstaka förekommer *Hylocomium triquetrum*. På grund av beståndens goda slutenhet ha risen en mera underordnad betydelse, lingon och blåbär äro de förnämsta, den förra förhärskar på rullstensgrus, blåbär på moränmarken, äfven *Linnæa* förekommer. Bland örter observeras i främsta rummet *Majanthemum bifolium* och *Trientalis europæa*, men fläckvis och enstaka uppträder även *Anemone nemorosa*, som dock här och där kan bliva rätt vanlig. Vidare förekomma *Luzula pilosa*, enstaka exemplar av *Viola riviniana* samt sådana växter som *Orobus tuberosus*, *Vicia sepium* och *V. silvatica*. Dessa växter jämte risens ringa utveckling visa, att humustäcket har en för barrblandskogar gynnsam beskaffenhet. Strukturen och min erfarenhet från andra liknande marker göra dock, att jag ej tror, att någon nitrifikation förekommer i marken i bestånden.

Skogsmarken utgöres huvudsakligen av ganska jämna, föga blockrika moränmarker, som att döma av den i trakten anstående berggrunden huvudsakligen böra bestå av gnejs. Även rullstensmark förekommer, i övervägande grad bevuxen med tall.

I blädningsluckorna uppträda åtskilliga örter, tydande på en ökad kväveomsättning i marken, såsom *Veronica chamædrys* och *V. officinalis*, *Arenaria trinervia*, *Fragaria vesca*, *Cerastium vulgatum*. Ganska regelbundet, men mindre allmänt än smultron, uppträda hallon (*Rubus idæus*) samt vidare *Lactuca muralis*, *Cirsium arvense* och *C. lanceolatum*. Av dessa växter är hallonet en utpräglad nitratofil planta, exemplar från



föryngringsluckorna ha ständigt gett en mycket kraftig nitratreaktion, visande att en salpeterbildning försiggår i marken. *Lactuca muralis* och de båda *Cirsium*-arterna äro likaledes nitratofila växter, deras salpeterhalt har emellertid icke undersökts.

På fuktigare platser är örnbräken (*Pteris aquilina*) den vanligaste växten i luckorna. Den når ofta en rätt stor frodighet och är nog hinderlig



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 7. Föryngring efter blädning, där luckorna börja förena sig med varandra. Södermanland. Högsjö sn. Fredriksbergsskogen.  $\frac{5}{7}$  1916. Nitrifikation i föryngringsytornas humustäcke.

Regrowth after thinning at a spot where small clearings join one another. Nitrifying humus,

för granarnas utveckling, som i de ståtliga ormbunkarnas skugga kunna bli ganska gängliga. Granarna ta sig dock alltid igenom. Under ormbunkarna bildas en mera mullartad humus, vissa mullläskande mossor komma till utveckling, såsom *Bryum roseum* och *Astrophyllum cuspidatum*. En salpeterbildning försiggår i marken, såväl *Luzula pilosa* som *Rubus idæus* visa å dylika platser en betydande nitrathalt.

Vid Äs i Julita socken i Södermanland ha skogarna samma karaktär som å Högsjö. Barrblandbestånden äro väl slutna, mossorna utgöra

den väsentliga markbetäckningen, de vanliga risen förekomma, men spela en mera underordnad roll. Bland risen märkes även *Pyrola chlorantha*. I bestånden uppträder, men i mycket enstaka exemplar, *Viola riviniana*. I vindfällsluckorna, även i sådana av ringa omfattning, uppträder mycket snart en nitratoofil vegetation, som ger kraftig salpeterreaktion (se närmare sid. 1038). Dessa växter förekomma även på sådan mark, som ej blivit omörd vid trädens stormfällning.

Skogarna å Alkvettern, Högsjö och Ås marker höra tydligen till samma typ som de, som undersökts å Jönåkers häradsallmänning. Visserligen har jag ej undersökt, om någon nitrifikation förekommer i marken under bestånden, men likheten i alla avseenden med förhållandena å Jönåker, såsom humustäckets struktur, frånvaron af nitrifikationsbakterier (bestånden å Alkvettern), saknaden av nitratreaktion hos växterna i beståndet samt min erfarenhet angående andra skogar av samma typ tala för att någon nitrifikation ej förekommer i marken, så länge beståndet är slutet. Ett ökat ljustillträde däremot, sådant som förorsakas av en luckhuggning, en vindfällning eller en kalhuggning, länkar om hela kväveomsättningen, i det att en livlig nitrifikation inträder. Till denna typ synas våra bästa barrskogsmarker i mellersta Sverige höra.

I nu skildrade skogstyper har avverkningen ett tydligt inflytande på markens kväveomsättning. Antingen ökas salpeterbildningen högst väsentligt såsom i de örtrika granskogarna eller också framkallas den i en mark, där nitrifikation förut ej ägt rum, t. ex. i vissa typer av de mossrika barrskogarna. Förändringen är oberoende av alla markberedningsåtgärder. Enbart det ökade ljustillträde, som följer med avverkningen, påskyndar salpeterbildningen (de örtrika granskogarna) eller länkar in kväveomsättningen på nya banor, i det den framkallar en nitrifikation (de här skildrade mossrika barrskogarna).

Emellertid finns det vidsträckta skogsmarker, som vid avverkning förhålla sig på ett annat sätt. Framförallt i Norrland tyckas de ha en vidsträckt utbredning, men förekomma även i andra delar av landet.

## KAP. V. Kalhyggen i mossrika barrskogar utan inträdande nitrifikation i marken.

(Detaljbeskrivningar sid. 1038).

Frågan om de norrländska skogarnas föryngring har under de senaste åren mer än någonsin förut trätt i den skogliga diskussionens förgrund. Det har blivit ett problem, icke blott för den praktiskt verksamma skogsmannen, utan har ock ernått en stor skogspolitisk betydelse, då frågan

om de överåriga skogarnas avverkning på det närmaste sammanbundits med frågan om dessa markers föryngring. Till en början torde man ha hoppats att enbart genom timmerblädningen erhålla duglig föryngring, men då dessa förhoppningar i stort slogo fel, har utvecklingen så småningom gått därhän, att man i kalhuggning velat se den riktiga principen för de norrländska överåriga skogarnas avverkning och föryngring. Den som kraftigast tagit till orda för trakthyggesbrukets införande i Norrland, om än i en för norrlandsförhållandena något modifierad form, är



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 8. Prov av råhumustäcket från äldre, genomblädd granskog. I markbetäckningen riklig med blåbärsris. Västerbotten. Degerfors revir. Kulbäcksliden.  $\frac{4}{8}$  1915.

Sample of raw humus from an old thoroughly thinned spruce-forest.

ANDERS HOLMGREN (1914), vilken även har förtjänsten av att ha vänt de norrländska skogsmännens uppmärksamhet på att råhumustäcket undergår förändringar vid starkt ljustillträde till marken.

Sommaren 1915 hade jag tillfälle att tillsammans med jägmästare A. HOLMGREN besöka de av honom utlagda och skildrade hyggerna å Ansjö, Ammers och Sösjö kronoparker inom Bräcke revir, varvid jag fick närmare lära känna de förhållanden, under vilka dessa ytor voro utlagda, och de förändringar, som marken å dem undergår. De ha sedermera av mig undersökts såväl i september 1915 som vid olika tillfällen under år 1916. Dessa hyggen tillhöra delvis den förut skildrade typen med

inträdande nitrifikation i marken (se sid. 934), men till övervägande del tillhöra de en annan typ.

Som bekant har råhumustäcket i de norrländska skogarna ofta en ganska mäktig utveckling, framförallt är detta fallet i de genom timmerblädning starkt utglesade mossrika granbestånden. I dessa har blåbärsriset nått en mäktig utveckling, framförallt på de något mera ljusa partierna mellan träden, medan lingonriset vanligen förhärskar omedelbart



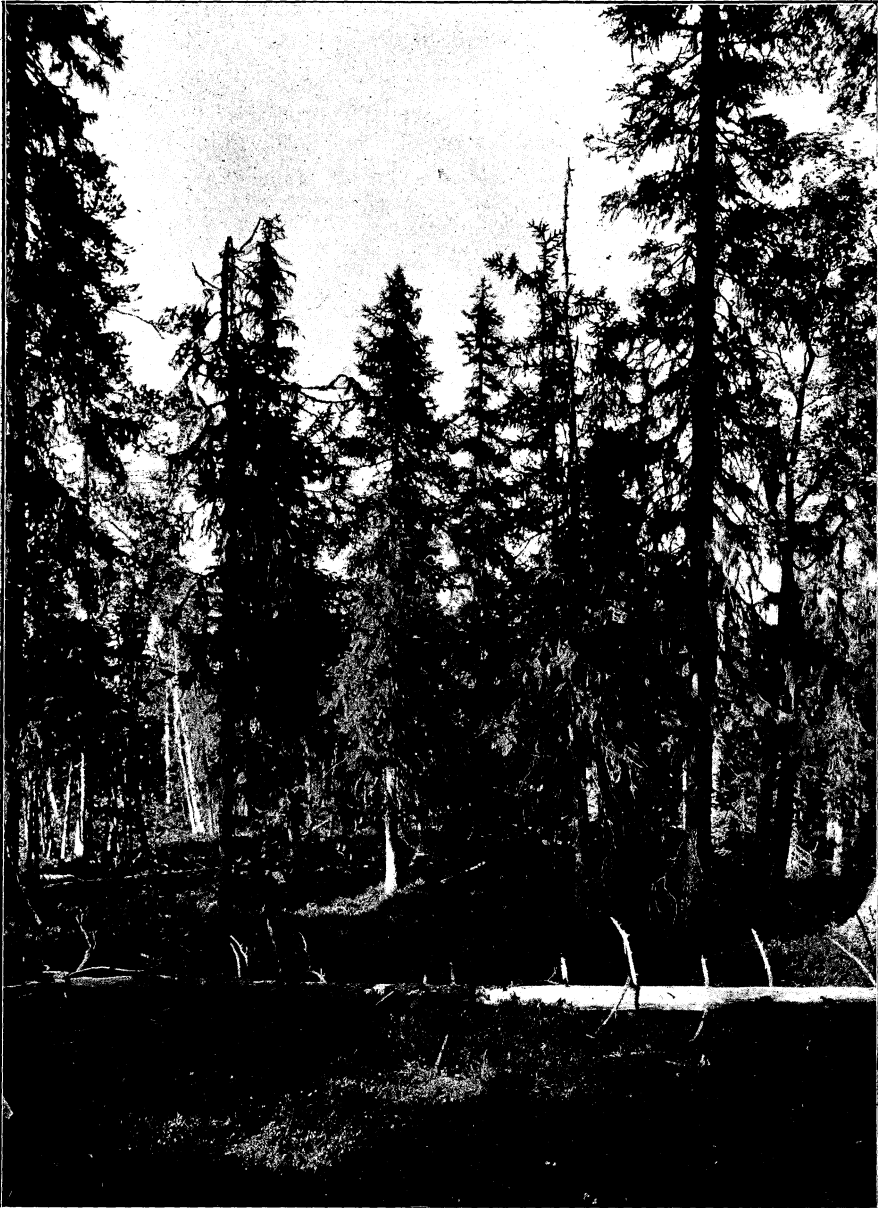
Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 9. Råhumusprov från starkt genombläddad, svagt växtlig och lavbehängd granskog i Västerbotten. Degerfors revir. Krpk. Kulbäcksliden.  $\frac{4}{8}$  1915. I marktäckningen rikligt med blåbärsris. Blekjorden börjar ungefär vid 47 cm.

Sample of raw humus from an old thoroughly thinned spruce-forest

under trädkronorna. Denna egendomliga fördelning av blåbärsris och lingonris är mycket karaktäristisk för Norrlands mossrika barrskogar och kan iakttagas över Sveriges norra skogsområde från norra Dalarna i söder till norra Lappland i norr. Ofta förhåller det sig så, att där granarna stå mycket tätt, lingonriset blir förhärskande, medan i de glesare partierna i beståndet blåbärsriset spelar den större rollen. Genom blädningen synes ofta ha åstadkommits synnerligen gynnsamma betingelser för blåbärsriset, och då detta är en kraftig råhumusbildare, har avverkningsformen även gynnat utvecklingen av ett mäktigt råhumus-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf. och T. LAGERBERG.

Fig. 10. Genomblådad, äldre granskog med tjockt råhumustäcke. Västerbotten. Degerfors  
revir. Kulbäcksliden. Juli 1910.

Old thinned spruce-forest, with thick raw humus covering.

täcke. Som ett exempel på hur detta kan gestalta sig i en äldre, genomblädd, svagt växtlig granskog hänvisas till fig. 8 och 9. Under det levande mosstäcket träffas ett ganska tätt och mäktigt skikt torra, halvförmultnade mossrester, genomdragna av bärrisens underjordiska grenar och något sammanvävda av deras rester. Under detta följer ett mera strukturlöst lager av torvliknande eller torvartad konsistens, segt och sam-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 11. Råhumusprov från hygge i äldre, mossrik granskog. *Aira flexuosa*. Västerbotten. Degerfors revir. Kulbäckslidens kronopark.  $\frac{4}{8}$  1915.

Sample of raw humus from a clearing in a fairly old spruce-forest.

manhållande, som endast i omedelbar närhet av mineraljorden har en mera lös och lucker struktur. Mäktigheten av humustäcket uppgår till 7 à 9 cm, sålunda ungefär dubbelt mot förhållandena i Jönåkersbestånden (se fig. 4). Under detta råhumustäcke följer ett blekjordsskikt av mycket utpräglad karaktär och med en mäktighet av ända till 10 cm, stundom mindre, stundom mera. De avbildade proven torde få anses ganska representativa för övre Norrlands genombläddade granskogar (se fig. 10). Granskogarna i Bräcke revir ha ett något mindre mäktigt råhumustäcke av vanligen ej fullt så ogynnsam karaktär.

Liksom i våra mossrika barrskogar med gynnsamma markförhållanden saknas även i det mera utpräglade råhumustäcket nitrifikationsorganismer, jordprov framkalla ej någon salpeterbildning i en lämplig ammoniumsulfatlösning, vid lagring bildas endast minimala salpetermängder (jfr även HESSELMAN 1917). Jordproven denitrifiera ej heller GILTAYS lösning, ammoniakavspaltningens förmågan i peptonlösning är svag.

Den vegetationsförändring, som inträffar i dessa skogar vid kalhuggning, är vida mindre genomgripande än hos den i föregående kapitel skildrade typen. Redan i det slutna eller genom blädning halvslutna beståndet spelar kruståteln (*Aira flexuosa*) en viktig roll, som dock, så länge växten ej blommar, föga framträder. På kalhygget tilltar den emellertid betydligt i frekvens, varjämte den genom att övergå i blomstadiet på ett helt annat sätt framträder för ögat. Ett kalhygge i dessa gamla granskogar liknar ofta ett gräsält, grässtråna stå stundom så tätt som på en åker, och de brunvioletta stråna och blomvipporna skänka åt marken ett säreget, violett skimmer. Samtidigt med denna vegetationsförändring omskapas humustäcket mer eller mindre. Det genomväves av kruståtelns talrika, fina rötter, förmultningen har ofta starkt påskyndats, humuslagret har förminskats och fått en mera mulliknande struktur, sparsamma metmaskar anträffas i marken. De åstadkomma emellertid icke någon vidare omblandning med den underliggande blekjorden, endast i den allra översta delen blir detta lager blandat med humus. Ovanpå det så förändrade humustäcket bildar kruståteln en tät, grässvälliknande matta (jfr vidare fig. 11).

Råhumustäcket genomgår sålunda genom kalhuggningen vissa förändringar. De visa sig också i en kraftigare mikroorganismverksamhet, ammoniakavspaltningens förmågan är på hygget större än i beståndet, skillnaden är ofta ganska betydlig (se tab. 1 n:o 1—7). Nitrifikationsbakterier invandra emellertid ej, jordproven nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning.

Vid lagring bildar jorden endast helt obetydliga salpetermängder, ofta ej mer än samma slags prov från bestånden. I detta avseende ha överensstämmande resultat erhållits med prov från olika platser å kronoparken Kulbäcksliden i Västerbotten (se tab. 12 samt detaljbeskrivningen sid. 1040), från kronoparkerna Ansjö och Ammer i Bräcke revir (se sid. 1038, 1041, tab. 12).

På de råhumushyggen, som karakteriseras av en rikt utvecklade vegetation av kruståtel (*Aira flexuosa*), blir sålunda visserligen kväveomsättningen livligare, men ingen förändring inträder i densamma. Den vid förmultningen bildade ammoniak oxideras likaså litet som i beståndet till salpetersyra.

Kalhyggena i övre Norrlands granskogar med råhumustäcke höra i regeln till denna typ, men vegetationsförändringen är mycket beroende av markförhållandena och andra faktorer. Även smärre variationer i marken, som ej så skarpt framträda, medan trädbeståndet är slutet, kunna ge sig kraftigt tillkänna på hygget. På Ammers kronopark i Bräcke revir iakttagas, som jag förut framhållit (HESSELMAN 1917), en växling i humustäcket i nära anslutning till topografin i smått. Skogsmarken är i övervägande grad klädd med ett råhumustäcke, men i smärre, knappt märkbara sänkor i marken är humusen mera mullartad och framförallt är detta fallet, om sänkorna äro mera sammanhängande, så att de på den starkt sluttande marken kunna tjänstgöra som vattenavledare. På de mest mullrika partierna finner man blåsippan (*Anemone hepatica*) och andra mer eller mindre utpräglade mullväxter, på mera fuktiga platser *Geranium silvaticum* etc. Vid skogens avverkning blir kruståteln (*Aira flexuosa*) den dominerande växten på de partier, där humustäcket haft råhumuskarakter, där det varit mera mullartat, infinner sig en frodig och synnerligen rik vegetation av gräs och örter, av vilka ej få ge utpräglad nitratreaktion (se närmare beskrivning sid. 1041). Tar man ej hänsyn till att denna fördelning av hyggesvegetationen sammanhänger med variationer i markens ursprungliga beskaffenhet, kan man lätt ledas till den föreställningen, att *Aira flexuosa*-vegetationen ersättes av en mera örtrik fas, vilket däremot ej är fallet. Förekommer en sådan förändring, sker den i mycket ringa utsträckning.

Emellertid finns det vissa partier i de utglesade granskogarna med råhumus, som ha en tendens till att intagas av en mera örtrik vegetation. Dessa platser finner man i närheten av och intill de gamla stubbarna, där man ofta träffar hallon (*Rubus idæus*) och *Epilobium angustifolium*. Detta sammanhänger med det inflytande på markens kväveomsättning, som utövas av multnande ris och virke.

## KAP. VI. Ris och multnande virkes inverkan på markens kväveomsättning.

(Detaljbeskrivning sid. 1043).

I många av Norrlands granskogar, framförallt inom södra Lapplands silur-område, kan man göra en iakttagelse, som i och för sig själv kan synas obetydlig, men som med hänsyn till föreliggande fråga har ett både teoretiskt och praktiskt intresse. I skifteslinjer och i smärre luckor finner man ett avbrott i den mera enformiga, av mossor och bärris bestående marktäckningen. Hallon, mer eller mindre inblandade med *Epilobium angustifolium*, ersätter fläckvis den normala marktäckningen (se fig. 12). Ser



man närmare efter, finner man, att hallonen äro inskränkta till närheten av gamla stubbar, och att de frodas framförallt på de delar av marken, där det vid avverkningen kvarliggande granriset fått multna. Detta har sålunda framkallat en nitratofil vegetation. Hallonen äro ofta så strängt bundna vid det multnade riset, att man efter deras utbredning kan teckna de yttre konturerna av kronan hos en



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 12. Nitratofil vegetation kring stubbar och på multnande granris. Detaljbeskrivning sid. 1043. Lappland. Vilhelmina sn. Utmed vägen mellan Katrineberg och Karlskoga. <sup>30</sup>/<sub>8</sub> 1915.

Nitratophilous vegetation round a stump and on mouldering spruce-brushwood. Full description p. 1043.

för länge sedan kullblåst gran. Hallonen ge på dylika platser visserligen ej alltid, men dock ofta skarp nitratreaktion (se närmare sid. 1043).

I de norrländska granskogarna är denna företeelse mest påfallande på kalkgrund, men den saknas ingalunda i de mera kalkfattiga områdena. Man finner nämligen ofta på hyggena mer eller mindre spritt uppträdande hallonbuskar. De hålla sig i regel till stubbarnas närhet, och mången gång kan man finna, att plantorna ordna sig i två rader omkring någon grövre multnande rot. Hos unga plantor har jag alltid

funnit salpeterreaktion, varför det tydligen är fråga om en gynnsammare betingelse för salpeterbildningen i stubbens och det multnande virkets omedelbara närhet, än i marken i övrigt, som vanligen på dessa hyggen klädes med kruståtel (*Aira flexuosa*). Såväl bakteriologiska undersökningar som lagringsprov visa, att så är fallet (se tab. 13 nr 1). Denna olikhet mellan marken i stubbarnas omedelbara närhet och marken mellan stubbarna sammanhänger nog såväl med det multnande stubb-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 13. Vegetation å obränt hygge. *Aira flexuosa* bildar huvudmassan, *Epilobium angustifolium* förekommer kring stubbarna. I bakgrunden avsvett hygge med *Epilobium*. Västergötland. Hassle sn. Sundsmarkens krpk. 20/7 1916.

Vegetation on an unburnt clearing: the main part consists of *Aira flexuosa*; near the stumps occur *Epilobium angustifolium*. In the background a burnt clearing with *Epilobium*.

virkets inverkan på nitrifikationen som med en ursprunglig, redan i beståndet förefintlig olikhet i humustäcket. Vi ha ju nyligen sett, att själva markbetäckningen företer avsevärda olikheter under och emellan träden. På de förra platserna förhärskar lingonris, på de senare blåbärsris.

I analogi med dessa här nämnda iakttagelser finner man stundom, hur gamla multnande lågor inverka på hyggesvegetationen i nitratofil riktning. På Sösjö kronopark, Bräcke revir, kan man sålunda iakttaga, att hallonplantorna växa på båda sidorna om gamla halvmultnade

lågor, medan marken i övrigt intages av kruståtel (*Aira flexuosa*) eller bärris.

Även i mellersta Sverige kan man göra liknande iakttagelser. På många av kalhyggerna i Garpenbergs skogar, Skogshögskolans nuvarande övningspark, är kruståteln den dominerande hyggesväxten. I rishögarna och på de gamla, multnande rissträngarna finner man emellertid en nitratofil vegetation av hallon, *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida*. Liknande iakttagelser kan man göra på många andra ställen i våra skogar.

Även längre söderut i Sverige återfinnas liknande företeelser, nämligen att *Aira flexuosa* är den dominerande hyggesväxten, medan *Epilobium* förekommer omkring stubbarna. Dr. SYLVÉN har under förgående sommar undersökt och studerat dylika hyggen (fig. 13).

Av alla dessa iakttagelser framgår tydligt nog, att multnande virke, antingen detta utgöres av gamla lågor, vid avverkningen kvarlämnat ris, stubbar eller grövre grenar, gynnar kvävet omsättning till salpetersyra. Härför fordras dock, att virket multnar i någon större mängd, på hyggena kvarlämnande torra, långsamt förmultnande grenar synas icke ha någon inverkan.

I full analogi med vad som här sagts, står vegetationen på de platser, där man skrädat timmer, eller växtligheten kring smärre små sågar i skogarna, där man finner högar av multnande ved i form av sågspån eller skrädesavfall. Karaktäristiska växter äro hallon, *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida*, således en nitratofil flora. De ha på dylika platser visat sig starkt nitrathaltiga (observationer i Hälsingland, Hassela; Ångermanland, Hoting; Lappland, Vilhelmina).

Efter vad som här anförts, innebär det icke något särdeles märkvärdigt, att man på kalhyggerna på Ansjö kronopark kan finna hallon och *Epilobium* i smärre rishögar och i stubbarnas närhet (se närmare detaljbeskrivningen sid. 1038).

## KAP. VII. Markberedningens inverkan på kvävet omsättning.

(Detaljbeskrivning sid. 1044).

Det är en ganska vanlig iakttagelse i våra skogar, att man intill rotvältor och på andra ställen, där de översta markskikten i någon mån blivit blandade om varandra, finner en flora av annan karaktär än på den mera orubbade marken. Det är ytterst vanligt att där träffa hallon och *Epilobium angustifolium*. Yngre hallonplantor äro då konstant nitrathaltiga, det samma är ock vanligen fallet med *Epilobium*. Som särdeles belysande kan hänvisas till fig. 14, som föreställer en större vindfällslucka i Ansjö kronopark i Jämtland. Omkring rotvältorna finns en ganska rik hallonvegetation, i juli 1915 gävo hallonplantorna en kraftig

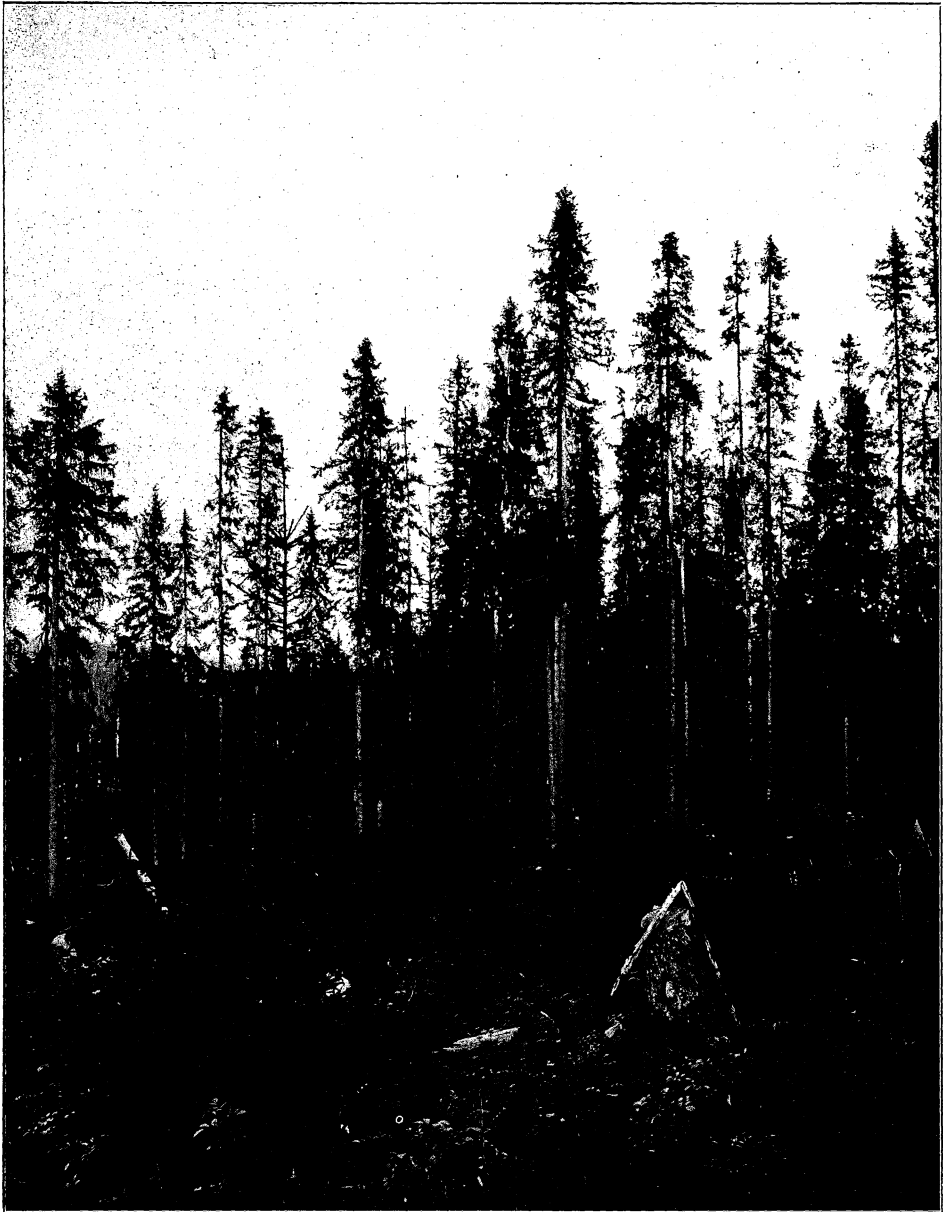
nitratreaktion, jordprov från samma lokal bildade under lagring betydande nitratmängder (se tab. 13 nr 2). Där marken ej blivit omrörd på detta eller liknande sätt, är i Ansjö kronopark kruståteln (*Aira flexuosa*) den dominerande hyggesväxten, nitrifikation saknas eller är ytterligt svag.

Liknande observationer kan man nästan ständigt göra i våra skogar. Omkring skogskojorna har marken ofta blivit mer eller mindre omrörd. Samma karaktäristiska flora som kring rotvältorna finner man där, nämligen hallon och *Epilobium*, i yngre stadium äro de konstant nitralhaltiga, i äldre ofta nitratförande. Kring skogsvägar, i synnerhet om de äro mera nyligen anlagda, återfinnes samma fenomen. De växter, som infinna sig på den blottade och omrörda jorden, äro nästan alltid nitratförande. I Ansjö kronopark finnas utmed skogsvägarna *Luzula pilosa* och *Epilobium angustifolium*. *Luzula* gav ännu i början av september (1916) stark nitratreaktion.

I en föregående avhandling (HESSELMAN 1917) har jag visat, att den flora, som man vanligen träffar i grustag och på liknande lokaler, är en utpräglad nitratoofil flora. Av de här nämnda observationerna framgår dessutom, att även en mindre omröring av de översta markskikten förmår sätta nitrifikationen i gång under förhållanden, där den annars ej skulle inträda. Detta ger mig anledning att något redogöra för den vanliga markberedningens inflytande på kväveomsättningen. Mina studier i denna riktning äro visserligen ännu ej synnerligen omfattande, men ha dock ett visst intresse.

En mycket belysande och intressant redogörelse för olika markberedningsförsök finner man i Skogsvårdsföreningens tidskrift, årgång 1911, författad av TH. GRINNDAL (1911). Då jag trodde, att dessa försök skulle erbjuda ett visst intresse även med hänsyn till frågan om kvävet omsättning i marken, vände jag mig till jägmästare TH. GRINNDAL personligen, som med största beredvillighet och älskvärdhet sände mig en redogörelse för sina försök å Öster-Rekarnas häradsallmänning. Samtliga dessa voro förlagda till närheten av Skogshalls numera nedlagda skogsskola.

Med ledning av den redogörelse, som jag på detta sätt erhöll, studerades dessa försök i okt. 1916. Det största intresset erbjödo några markberedningar, utförda med s. k. finnplög hösten 1912 eller 1913. En närmare detaljerad redogörelse återfinnes å sid. 1044. Som även framgår av fig. 15 är försöket förlagt till ett hygge med en tät fröträdsställning av tall. Där markberedningsredskapet kraftigare rört om marken, uppträda hallon och *Epilobium* i markbetäckningen, yngre plantor gävo ännu i oktober nitratreaktion. Där finnplögen återigen ej rört om marken, var markbetäckningen i det närmaste oförändrad och hade samma karak-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 14. Stormfällningslucka i granskog. Vacker granföryngring. Hallon. Livlig nitrifikation i marken. Detaljbeskrivning sid. 1045. Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk.  $\frac{8}{9}$  1916.

Wind-caused clearing in a spruce-forest. Fine natural regrowth of spruce. Raspberries. Active nitrification in the soil. Detailed description on p. 1045.

tär som i det bredvidliggande slutna beståndet, d. v. s. markbetäckningen bestod av de vanliga skogsmossorna och bärris. Då jag aldrig hos en mark med sådan markbetäckning funnit nitrifikation, har jag all anledning att förmoda, att den även i detta fall har saknats. Markberedningen med finnplog har sålunda i detta fall framkallat en nitrifikation, som ej inträder i den orörda marken.

Kring Skogshall funnos även några andra markberedningsförsök, bestående i att marken radvis grävts upp eller spadvänts. Där försöken voro förlagda till mossrika barrblandskogar, träffades i dessa ränder hallon och *Epilobium*, antydande en nitrifikation i marken. Där de utförts i mera lavrika tallskogar eller i rena tallhedar, saknades nyinvandrade växter. Hur markberedning kan verka i tallhedar, redogör jag för i en följande uppsats om tallhedarnas föryngring.

Av vad som här anförts, framgår emellertid, att en markberedning, utförd så att humustäcket åtminstone delvis blandas med mineraljorden, är ägnad att framkalla nitrifikation, även när denna process saknas i den orörda marken.

## KAP. VIII. Bränningens inverkan på kvävet's omsättning i marken.

(Detaljbeskrivningar sid. 1046).

Jämte kalhuggning med eller utan markberedning har väl bränning eller svedning ådragit sig det största intresset, när det gäller frågan om våra skogars föryngring. Elden har ock spelat en utomordentligt stor roll i våra naturskogars utvecklingshistoria, framförallt är detta fallet i Norrland. Där torde det vara mycket svårt att utan vidare lägga ut i skogsmarken en kvadratmeter stor provyta så beskaffad, att man under det ytligt liggande humustäcket ej skall kunna påvisa kol såsom rester från någon skogseld, som för en längre eller kortare tid sedan övergått platsen. Under sådana omständigheter torde det vara skäl, att något utförligare redogöra för eldens inverkan på marken, framförallt på dess kväveomsättning.

Äldre författare torde ofta ha varit benägna att betrakta elden utslutande som ett ont. Den norrländska skogskommittén av år 1870 yttrar sålunda i sitt betänkande (s. 107) på tal om skogseld »Verkingarna av denna förstörelse (skogselden) äro desto mera genomgripande, som de flestades sträckt sig till själva marken, vars växtkraft för lång tid, om icke för alltid, blivit förstörd». En betydligt ljusare, men också sannare bild av eldens roll i de norrländska skogarna ge HOLMERZ och ÖRTENBLAD i sitt bekanta arbete om Norrbottens sko-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 15. Fröträdsställning i barrblandskog. Markberedning med finnplög. Nitratofila växter. Ymnigt med tallplantor.  
Detaljbeskrivning sid. 1044. Södermanland. Öster-Rekarnes häradsallmänning.  $\frac{6}{10}$  1916.

Clearing with seedtrees in mixed coniferous forest. The ground prepared by a Finnish plow. Nitratophilous plants. Rich stock of pine-plants.  
Full description on p. 1044.

gar (1886, sid. 43—47), i det att de framhålla eldens stora roll för tallen i dess konkurrens med granen samt dess ofta gynnsamma inflytande på naturskogarnas föryngring. Ännu skarpare framhålles eldens betydelse av A. LUNDSTRÖM (1895) i hans lilla bekanta folkskrift »Våra skogar och skogsfrågorna». Han indelar skogstyperna med hänsyn till uppkomstsättet i tre grupper, nämligen *primära* eller *ursprungliga*, *sekundära* eller *härledda* samt slutligen *tillbakagående* eller *degenererande*. Av dessa uppkomma de primära på brandfält eller annan kal mark, de härledda genom de primäras vidare utveckling, de tillbakagående genom försumpning av de primära eller sekundära, varvid markbetäckningen av skogsmossor ersättes av vitmossor. De tillbakagående kunna ock uppstå genom gräs och örter's invandring. Här är icke platsen att närmare diskutera denna typindelning, det är emellertid intressant att se, vilken stor roll LUNDSTRÖM tilldelar elden, den kan t. ex. överföra en sekundär eller tillbakagående typ i en primär. En i viss mån liknande framställning finner man hos HÖGBOM i hans bekanta arbete Norrland (1906, sid. 312—319), han skiljer där på ursprungliga eller härledda skogstyper. A. NILSSON (1895, s. 8—10) har i sin tillsammans med K. G. G. NORLING utgivna skrift »Skogsundersökningar i Norrland och Dalarne» skildrat skogseldens inverkan på skogstyperna och framhållit, hurusom elden återför en mera framskriden typ till en mindre framskriden. Som de mindre framskridna typerna i stort sett föryngra sig bättre än de mera framskridna, belyser även hans framställning eldens roll för naturskogarnas föryngring.

Slutligen har FRANS KEMPE (1909, s. 8—9) i stora drag skildrat eldens ingripande i de norrländska barrskogarnas liv och utvecklingshistoria. Till eldens förtjänster hör, att den räddat tallen och i många fall givit upphov till vackra ungskogar, men i många fall har den gjort skada genom att den förminskat markens humustäcke. Enligt KEMPES uppfattning skulle »den norrländska skogsmarken i sin helhet, därest den dränerades, äga en vida större alstringsförmåga än vad nu är fallet», om ej skogseldarna haft den stora utbredning, som de nu ägt.

Allmän enighet synes sålunda råda om eldens betydelse för skogarnas föryngring, mera växlande är uppfattningen om dess inverkan på markens produktionsförmåga. En nära till hands liggande orsak härtill torde man ej utan orätt söka däruti, att elden kan influera rätt olika på markens bördighet. Medan man å ena sidan finner av skogseld eller svedning övergångna marker, som ståta med de vackraste skogar av tall eller gran eller båda trädslagen i blandning, så finner man å andra sidan marker, som genom elden blivit starkt tillbakasatta. Till denna sak skall jag sedermera återkomma, men vill här framhålla, att detta



utan tvivel är en av de viktigaste orsakerna till den oenighet, som råder bland skogsmän angående svedningens eller bränningens praktiska användbarhet vid markens beredande för kultur. För närvarande hör bränningen till stridsfrågorna, varför en redogörelse för litteraturen torde vara mindre nödvändig. Snart sagt årligen publiceras av praktiskt folk i våra skogstidskrifter uppsatser i denna fråga, varvid somliga förorda, andra avråda hyggenas svedning.

Hittills torde man vanligen ha sökt orsaken till eldens inverkan uti den aska, som alstras och som skulle gödsla de unga trädplantorna. Då man emellertid ofta mycket länge kan spåra en gynnsam inverkan av bränningen på marken, så kan orsaken knappast enbart ligga häri, då den lättlösliga askan snart uttvättas. Som ett exempel härpå kan nämnas, att man ett år efter svedningen ej med saltsyra kan påvisa några karbonater i marken, lika litet som på en kolbotten, som använts föregående vinter. Bränningens huvudsakliga betydelse ligger emellertid i det inflytande, som den utövar på markens kväveomsättning.

I Norrland är det i främsta rummet tvenne växter, som karaktärisera brandfälten eller de avsvedda markerna, nämligen hömjölke eller kropp (*Epilobium angustifolium*) och hallon eller »brandbär» (*Rubus idæus*), således utpräglad nitratofila växter (se även fig. 16).

*Epilobium angustifolium* sprides snabbt tack vare sina lätta, med en liten hårpensel försedda frön. Åtminstone på andra året efter branden finner man ytterst talrika små groddplantor, som sent på hösten befinna sig i mycket olika utvecklingsstadiet. Först under andra året går flertalet *Epilobium*-plantor i blom. Utom genom frön sprides växten genom rotskott, som utbildas i stor mängd, och ofta dröjer det ej länge, innan *Epilobium angustifolium* helt erövrat marken inom stora områden av ett brandfält. En snabb utveckling företer även hallonet, som åtminstone på tredje året kan bilda stora, mycket täta snår. Omkring 4 à 5 år efter branden ha hallon och *Epilobium* sin yppigaste utveckling, men de avtaga så småningom såväl i yppighet som i frekvens, alldeles oberoende av om skogen invandrar på brandfältet eller ej. I mindre yppiga, vanligen sterila exemplar finner man emellertid båda arterna såväl på kala äldre brandfält som i skogar, som utvecklats efter brand, långt efter det sedan branden övergått marken. I 50—60-åriga barrskogar finner man ej sällan enstaka, vanligen sterila *Epilobium*-plantor, de äro ofta relikter från brandfältsfloras tid. På ett c:a 25 år gammalt, troligen på grund av betning nästan kalt brandfält i Anundsjö socken, Ångermanland, funnos ännu hallon och *Epilobium*, men i små, låga, vanligen sterila exemplar. Ännu längre kan nog *Epilobium* leva kvar,

t. o. m. på 40-åriga brandfält har jag funnit den sannolikt såsom en relik från brandfältsfloras tid (Kuusivaara i Gällivare socken 1904). HENNING har i sina studier över Jämtlands vegetation (1895, s. 10—26) meddelat åtskilliga anteckningar över vegetationen på yngre och äldre brandfält. Även av dessa framgår, att *Epilobium angustifolium* kan hålla sig kvar 20 à 30 år, detsamma synes även gälla hallon.

Det är ej utan sitt stora intresse att erinra därom, att brandfältsfloran i Nordamerika karaktäriseras av hallon och i främsta rummet av *Epilobium angustifolium* (COOPER 1913; RÜBEL 1915, sid 16); den senare växer massvis över vida, genom skogseld förstörda områden. En annan brandfältsväxt är *Rubus strigosus* (CLEMENTS 1910), en hallonart, som står vår mycket nära. Den karaktäriserar i Colorado jämte *Epilobium* de marker, som härjats av eld och som före branden varit klädda av skogar av *Pinus contorta*, the lodgepole pine. Sålunda finna vi, att även i Nordamerika brandfälten karaktäriseras av delvis samma nitratofila flora som i vårt land.

Arten av den flora, som infinner sig på brandfälten, antyder sålunda, att elden antingen framkallar eller ock ökar en i marken förefintlig nitrifikation. Processen har av mig närmare studerats dels å de stora brandfälten mellan Selsjöns och Skorpeds stationer på norra stambanan i Ångermanland (se fig. 17), dels ock på en del svedda hyggen och äldre brandfält i Norrland.

Brandfälten utmed Selsjön—Skorped uppstodo försomrarna 1909 och 1911 genom lokomotiv-gnistor. De ha av mig undersökts vid skilda tillfällen under somrarna och höstarna 1913, 1914 och 1915. En närmare detaljbeskrivning återfinnes å sid. 1046, talrika observationer äro nerlagda i tabellerna 3, 6, 10, 14. Undersökningarna ha förnämligast omfattat 1) observationer över växternas nitrathalt, 2) studier över förändringarna i markens bakterieflora, 3) bestämning av jordprovens förmåga av salpeterbildning under lagring.

Före branden fanns inom det av elden härjade området en mossrik barrblandskog av den vanliga ordinära typen, som dock inom de delar där marken var mera lerhaltig, var något rikare på örter än vad som kanske kan anses som regel. En närmare beskrivning är meddelad i en av mig nyligen publicerad avhandling (HESSELMAN 1917, sid. 470). I de av elden ännu orörda delarna av beståndet har humustäcket råhumuskaraktär, inom några mindre fläckar har dock råhumusen en mera lucker struktur. Nitrifikationsbakterier saknas, jordproven bilda vid lagring endast minimala salpetermängder. Visserligen finnes intet kalhygge i beståndet, varest man kan studera den inverkan, som en avverkning utan bränning kan ha på marken, men såväl min erfarenhet



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av N. SYLVÉN.

Fig. 16. Vegetation å risbränt hygge. *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus* invid stubbarna. Västergötland.  
Hassle socken. Sundmarkens krpk. 20/7 1916.

Vegetation on a clearing where the brushwood has been burnt. *Epilobium angustifolium*, near the stumps is found *Rubus idaeus*.

från liknande bestånd i Norrland som observationer över mindre, obrända fläckar å brandfältet visa, att marken hör till den typ, som vid kalhuggning i huvudsak klädes med en matta av kruståtel (*Aira flexuosa*). Den nitratofila flora, som utmärker brandfältet, har därför elden att tacka för sitt uppträdande.

Brandfälten ha en betydande utsträckning (se fig. 17), torde omfatta några hundra har. Branden har i allmänhet tagit ganska hårt på marken, skogselden uppstod under en torr försommar. Liksom nästan alltid är fallet, har elden tagit ganska ojämnt. På somliga, mer uppstickande torra partier har elden bränt bort all ytligt liggande humus, marken ligger kal och vit i ytan (se fig. 18). På andra partier återigen har den tagit mindre hårt, men dock så pass kraftigt, att humustäcket endast består av ett helt tunt, kolat lager. Endast på mera fuktiga partier har elden kvarlämnat någon väsentlig del av humuslagret. Man torde således kunna säga, att branden på det hela tagit ganska hårt, det oaktat har den flora, som infinner sig, en nitratofil prägel (se närmare detaljbeskrivning sid. 1046).

De unga plantor av gräs och örter, som infinna sig på brandfältet, ge i regel en mycket kraftig nitratreaktion, framför allt är detta fallet med *Epilobium*. Även där marken blivit ytterligt hårt bränd, så att humustäcket är så gott som alldeles avlägsnat och marken ligger vit och naken, kan man påvisa salpeter hos *Epilobium* (se fig. 18). Som exempel på andra nitrutförande växter å brandfältet kunna nämnas *Rubus idæus* och *R. saxatilis*, *Luzula pilosa* och *Arenaria trinervia* (se vidare detaljbeskrivningen sid. 1046).

När *Epilobium*-plantorna blivit äldre, upphör nitratreaktionen, vilket icke blott har en rent växtfysiologisk orsak, äldre plantor upphopa ej så gärna som yngre salpeter i sina vävnader, utan företeelsen beror även på att nitrifikationen i marken avtager. I hög grad beror reaktionen också på hur marken träffats av elden. Där den blivit mycket hårt bränd, synes växternas salpeterreaktion hastigare avtaga än där den blivit mindre hårt åtgången. Hallonbusken synes även föredraga de mindre hårt framför de mera hårt brända platserna.

Den förändring, som genom branden åstadkommes i markens bakterieflora, är ganska genomgripande. Salpeterbildande och salpeterförstörande bakterier, som saknas i den obrända marken, invandra. Jordprov från brandfältet nitrificera, dock endast ytterst långsamt, en ammoniumsulfatlösning (se tab. 6). Denitrifikationen av GILTAYS lösning försiggår tämligen snabbt under utveckling av ganska stora gasblåsor, medan jordprov från det bredvidliggande obrända beståndet ej framkalla någon eller endast en ytterst långsam förändring i lösningens



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 17. Utsikt över brandfältet mellan Selsjön och Skorped. Ångermanland. Fors sn. Selsjön. 7/7 1914.

View of the burn between Selsjön and Skorped.

nitrat halt (jfr tab. 10). Likasom i skogsmulljordarna åtföljas sålunda även på brandfälten nitrifikationsbakterierna av denitrifikanter (se HESSELMAN 1917).

Ammoniakavspaltningsförmågan har däremot ökat endast i ringa grad på brandfältet; resultaten äro något växlande, stundom är den något större, ibland något mindre än hos jordprov från beståndet, skillnaderna äro emellertid relativt små. Där marken emellertid brunnit mindre hårt, så att ett någorlunda ordentligt humustäcke finns kvar på marken, kan ammoniakavspaltningsförmågan visa sig vara högst betydande, t. ex. på sådana platser, där man träffar hallon och brännässlor (se närmare tab. 1 n:o 9, 16, 19).

Jordprov från brandfältet bilda vid lagring rätt betydande salpetermängder. Även där humuslagret endast består av ett helt tunt, kolat skikt kan salpeterbildningsförmågan visa sig vara ganska ansevärd. I en försöksserie bildade sålunda ett jordprov från 1911 års brandfält, samlat i augusti 1914, mera salpeterkväve per kg jord än lika behandlade prov från en väl gödslad potatisåker eller ett mulljordsprov från ett gråalsbestånd. Marken, där detta prov togs (se fig. 19), utgjordes av en lerig morän, överdragen med ett helt tunt täcke av små kolsplittor och humuspartiklar. Av allt att döma avtar emellertid salpeterbildningen så småningom, sannolikt hastigare på mycket hårt än på mindre hårt bränd mark, men även när utvecklingen gått så långt, att marken överdrages med ett lågt, tätt täcke av *Polytrichum juniperinum*, kan ännu en livlig salpeterbildning iakttagas hos lagringsproven (se tab. 14).

Brandfälten vid Selsjön utgjorde den första platsen för mina undersökningar angående bränningens inverkan på markens kväveomsättning. De resultat, som där erhöles, ha bekräftats genom observationer å andra brandfält eller på för kultur svedda hygen.

Vid svedning för kultur brännes marken i regel icke så hårt som fallet varit med brandfälten vid Selsjön. Det kvarvarande humustäcket, översållat med större eller mindre kolsplittor, har i regel en större mäktighet. Under det koliga lagret har humustäcket, även om det förut utgjorts av ett ganska segt och sammanhängande råhumustäcke, en ganska lucker, nästan mullartad struktur. Hur snart efter branden salpeterbildningen börjar i ett dylikt humustäcke, har jag ej i detalj undersökt, men redan under andra årets höst är nitrifikationen ytterst livlig. Groddplanter av *Luzula pilosa* och *Epilobium angustifolium* ge då en mycket starkt utpräglad nitratreaktion, vid lagring bildas i jordproven högst betydande salpetermängder (se närmare sid. 1048 och tab. 14).

Den tid, under vilken nitrifikationen ännu håller sig i gång, är säkerli-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 18. Mycket hårt bränt parti av brandfältet mellan Selsjön och Skorped. Trots den hårda bränningen förekomma nitratofila plantor. Ångermanland, Fors sn, Selsjön, 7/7 1914.

Badly burnt part of the burn between Selsjön and Skorped. Despite the thoroughness of the burn, nitratophilous plants occur.

gen mycket växlande, beroende bl. a. på hur skarpt elden gått fram över marken. Några i detta hänseende belysande observationer vill jag här anföra.

Skönviks aktiebolag använder i stor utsträckning svedning vid uppdragandet av ny skog och har i allmänhet uppnått mycket vackra resultat med sina kulturer. Ett av deras kulturfält, nämligen Krokmyrs-hygget i Indalslidens socken, Medelpad, besökte jag i sept. 1915. Hygget hade svettts våren 1907 och var vid undersökningstillfället bevuxet med en mycket vacker ungskog av tall, uppdragen genom rutsådd. Moss-täcke av *Polytrichum juniperinum* betäckte stora delar av marken, en gles, koloniartad brandfältsflora fanns ännu kvar bland ungtallarna (se närmare beskrivning sid. 1050). Bland de i markbetäckningen ingående arterna märkas hallon och *Epilobium angustifolium*. Jordprov för undersökning togos från tvenne platser, nämligen dels från en mindre hårt bränd fläck med något bättre humustäcke, utmärkt bl. a. genom förekomsten av hallon, dels från ett skarpare bränt parti med mycket spridd, mager *Epilobium angustifolium* och ett mycket tätt täcke av *Polytrichum juniperinum*. Jordproven skilde sig endast oväsentligt från varandra med hänsyn till humus- och kvävehalt, men högst väsentligt i avseende på nitrifikationsförmågan. Medan det förra under två månader bildade 100 mg salpeterkväve, bildade det senare under samma tid och under samma förhållanden endast 0,4 mg, allt beräknat per kg jord. Det förra jordprovet togs i en liten sänka i marken, som väl både genom läge och större fuktighet varit bättre skyddad mot elden, det senare däremot på en liten upphöjning, som väl på grund av större torrhet brunnit hårdare. Båda ställena ligga omedelbart invid varandra, höjdskilnaden uppgick endast till några decimeter. Där marken ej brunnit mycket hårt, är sålunda salpeterbildningen ännu åtta år efter branden ytterst livlig. Men den kan fortsätta ännu längre. Några exempel må belysa detta. I fig. 20 återges bilden av ett för kultur svett, nyligen kultiverat hygge. Fältet avsveddes våren 1902, hösten 1914 tog jag där en del jordprov för bakteriologisk undersökning. En koloniartad brandfältsflora fanns ännu kvar bland ungtallarna, den ordinära skogsmarksbetäckningen börjar emellertid att invandra (se närmare sid. 1049). Jordprov togos dels under en matta av *Agrostis vulgaris*, dels också på en annan plats under ett svällande täcke av *Polytrichum commune*. Båda proven visa en rätt betydande nitrifikations- och denitrifikationsförmåga (tab. 10 nr 7 och 8) samt i synnerhet vad det första provet beträffar en mycket betydande ammoniakavspaltningsförmåga (se tab. 4, nr 1 och 2). De undersökta proven togos sålunda tolv år efter svedningen, men visa det oaktat, att de äga en verksam nitrifikations-





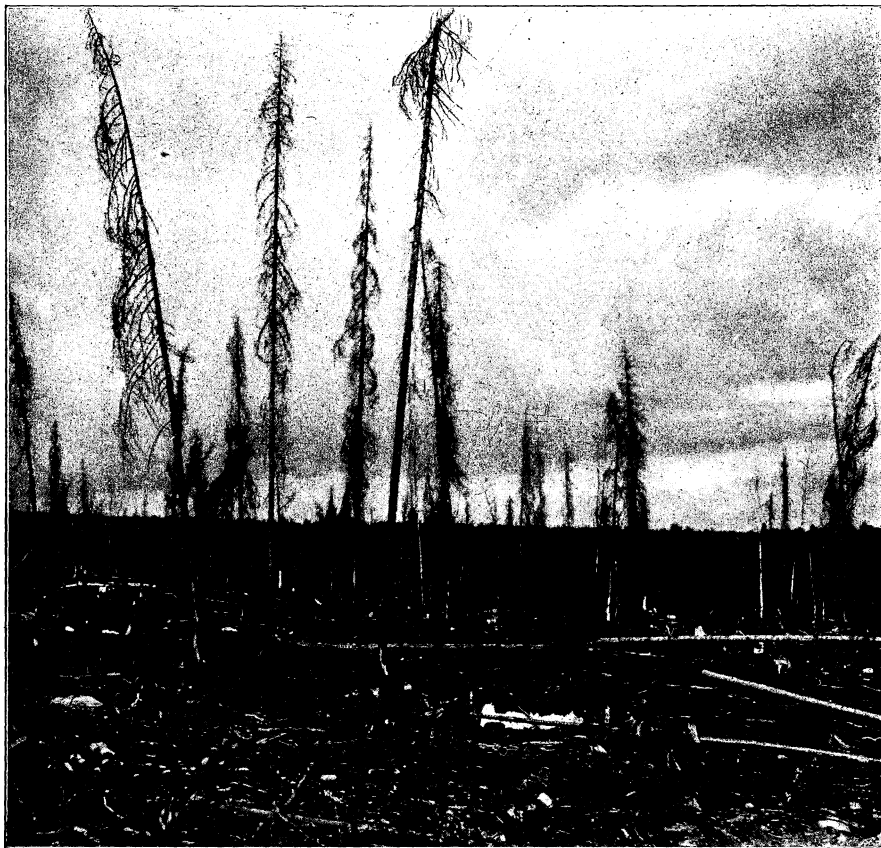
Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 19. Detaljbild från brandfältet vid Selsjön. Kraftig nitrifikation i marken. Detaljbeskrivning sid. 146.

View showing details of the burn at Selsjön. Strong nitrification in the soil. Detailed description on p. 146.

flora. Den stora ammoniakavspaltning förmågan hos det ena jordprovet talar för, att denna egenskap ingalunda behöver minskas genom svedning, utan tvärtom högst väsentligt kan höjas. De något avvikande resultat, som i detta fallet erhöles med jordproven från Selsjöbrännan,



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 20. Våren 1902 avsvett, kultiverat hygge. Bilden tagen fyra år efter svedningen. Ännu hösten 1914 livlig nitrifikation i marken. Vacker tallkultur, Detaljbeskrivning sid. 1049. Ångermanland. Anundsjö sn. Utmed vägen mellan Brattsjö och Klacken. Juli 1906.

Cultivated clearing, burnt in the spring of 1902. Picture taken four years after the burning. Active nitrification still going on in the soil in 1914. Fine pine-culture. Detailed description on p. 1049.

torde därför rätteligen, som jag och förut nämnt, böra tolkas som ett resultat av en alltför stark bränning av marken. Jordprovets förhållande vid lagring har ej närmare undersökts, men att döma av bakteriefloran bör nitrifikationsförmågan vara betydande. Ännu tolv år efter svedningen kan sålunda marken bibehålla sin förmåga att överföra

det organiskt bundna kvävet till salpeter. Detta utgör dock emellertid intet maximum. I närheten av Selsjön finns ett tjugufemårigt brandfält med mycket spritt förekommande rester från brandfältsfloras tid. Jordprov från detta fält nitrificera ännu en ammoniumsulfatlösning (se närmare sid. 1047), även denitrifikanter förekomma (se tab. 10 n:o 5).

Å andra sidan kan man lätt finna exempel på att nitrifikationsförmågan upphör jämförelsevis snart efter branden. Hösten 1915 togos några jordprov från en mera hårt bränd del av 1911 års brandfält nära Selsjön. Där provet togs, hade marken överdragits med en tät matta av *Polytrichum juniperinum*. Vid lagring bildade jordproven endast mindre betydande salpetermängder, halten salpeterkväve uppgick nämligen ej till mera än 1,6 mg per kg jord efter två månaders lagring. Sammanställas dessa erfarenheter med att jordprov från Krokmyrshyggets hårdare brända delar nio somrar efter svedningen vid lagring bildade ännu mindre kvantiteter salpeterkväve, så är det tydligt, att svedningens effekt med hänsyn till kväveomsättningen stundom är ganska övergående. Ett annat exempel härpå kan anföras från Jönåkersskogarna. Förr var det i dessa skogar brukligt att efter avverkningen avsveda marken i dess helhet, varefter ungskog drogs upp genom rutsådd. Humustäcket i ett på detta sätt uppdraget bestånd övergår snart till ett ganska segt, starkt kolblandat, svart och tunt skikt på marken. I ett 16-årigt bestånd av gran, tall och lärk av god växtlighet utgjordes markbetäckningen av *Cladonia*-arter, *Polytrichum juniperinum*, mjölon (*Arctostaphylos uva ursi*) och ljung (se sid. 1050). Jordproven nitrificerade ej en ammoniumsulfatlösning, men denitrifierade under gasutveckling GILTAYS lösning (se sid. 1050 och tab. 10 n:o 10). Ammoniakavspaltningens förmågan var medelmåttig och i många fall högre än i de äldre bestånden (se tab. 4). Vid lagring bildade jordproven endast minimala salpetermängder (se tab. 14 n:o 14). Då jag har all anledning antaga, att omedelbart efter svedningen en livlig nitrifikation inträtt även i denna mark, så visar det sig, att salpeterbildningsförmågan ganska snart kan försvinna. Möjligt är att beståndet härvidlag utövat ett inflytande på marken.

Med undantag av det sist diskuterade beståndet (Jönåkers-ytan), ha samtliga de av mig här omnämnda svedda eller brända markerna hört till den typ, som vid kalavverkning utan bränning överdrages av kruståteln (*Aira flexuosa*). Det genom avverkning ökade ljustillträdet kan i dessa marker ej ensamt framkalla sådana förändringar, att en nitrifikation inträder i marken. Detta gör emellertid elden. Skogseldarnas och svedningens betydelse med hänsyn till kvävet omsättning ligger sålunda däri, att de i marker, betäckta med ett segt rå-

humustäcke, förmå framkalla sådana förändringar, att det organiskt bundna kvävet kan överföras till salpetersyra. I marker med ett mera gynnsamt, men dock ej nitrificerande humustäcke framkallas härför erforderliga förändringar enbart genom det vid huggningen ökade ljustillträdet. Till dessa såväl i praktiskt som i teoretiskt hänseende viktiga resultat skall jag emellertid återkomma. Några ytterligare exempel på eldens betydelse vill jag emellertid här nedan anföra.

Som förut omnämnts, inträder i Jönåkersbestånden redan genom ljustillträdet vid avverkning en nitrifikation i marken. Det tyckes, som om denna nitrifikation ytterligare skulle ökas genom bränning. På hyggena brännes det kvarliggande riset i mindre högar, de härigenom brända fläckarna synas föredragas av två så utpräglat nitratofila växter, som hallon och brännässlor. De förekomma visserligen även på andra delar av hygget, men på dessa brända fläckar i större mängd och i frodigare exemplar. I närheten av de förut omnämnda och skildrade kalhyggena (sid. 935) finns ett löpbränt hygge från år 1907 (se närmare sid. 1047). Det undersöktes våren 1916 i maj, det hade sålunda legat nio somrar efter svedningen. I den vackra ungtallskulturen fanns ännu en koloniartad brandfältflora med flera nitratofila arter; den ordinära skogsmarksbetäckningen började emellertid att invandra (se närmare sid. 1047). Jordprov från detta fält bildade vid lagring större mängder salpeterkväve än proven från de flesta, något yngre, men obrända hyggena (se tab. 14 n:o 8).

Hittills anförda exempel på brandens inverkan på markens kväveomsättning hänföra sig så gott som uteslutande till granskogar eller barrblandskogar med ett mer eller mindre utpräglat mäktigt råhumustäcke. Dessa erbjuda ju också det största praktiska intresset, ty frågan om svedningens eller risbränningens användande för skogskultur rör sig närmast om dylika skogar. Vad tallhedarna åter beträffar, finner man sällan någon, som tar till orda för eldens användning vid dessas föryngring. Några helt enstaka iakttagelser häröver har jag emellertid gjort, de inskränka sig emellertid till några observationer över vegetationen och bakteriefloran inom smärre fläckar, där man vid avverkning eller vid andra tillfällen bränt upp ris eller annat skogsavfall. I tallhedarna på Bispgårdens skolvir i Jämtlands län har ljungen ofta en ganska mäktig utveckling. I skogarna finnas här och där smärre fläckar, där man bränt ris. Vegetationen där utgöres av några enstaka exemplar av *Epilobium angustifolium* på ett täcke av *Polytrichum juniperinum*. Jordprov från en dylik fläck nitrificerade svagt en ammoniumsulfatlösning. Även i dylik skogsmark synes sålunda elden framkalla nitrifikation, liksom i granskogarnas råhumustäcke.

KAP. IX. **Kolbottnar och tjärdalar.**

(Detaljbeskrivning sid. 1050.)

Sedan gammalt har man pläгат använda jord från gamla milbottnar såsom fylljord i planteringsgropar eller vid anläggningen av plantskolor. Även i Nordamerika har man med framgång använt samma metod, även rent träkol har visat sig giva en god effekt (RETAN 1915). Anledningen till att dylika jordförbättringsmedel kommit till användning torde väl få sökas däri, att man observerat, att unga tall- och granplantor i mängd pläga spira upp på äldre, övergivna kolbottnar. Fenomenet har emellertid sitt intresse även med hänsyn till eldens inverkan på markens bakterieliv och kvävet's omsättning. Den flora, som infinner sig på kolbottnarna, har en med hänsyn till kvävetillgången i marken ganska upplysande sammansättning. Man finner dels t. ex. ganska allmänt *Epilobium angustifolium*, men dels också en del åkerogräs och växter från våra hövallar. Några ganska karaktäristiska exempel på kolbottnarnas flora finner man å sid. 1050—1052. Undersöker man kolbottensfloran med hänsyn till växternas nitrathalt, skall man vanligen finna, att denna är högst betydande, icke blott hos en sådan växt som *Epilobium angustifolium*, utan även hos många andra t. ex. *Matricaria inodora*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Taraxacum officinale*, *Achillea millefolium* m. fl., ja till och med hos den som halvparasit levande *Rhinanthus minor*. Ört- och gräsfloran torde väl många gånger ha kommit med det hö, som använts för de hästar, som borttransporterat träkolen, men att de kunnat slå sig ned på kolbotten och där ofta nå en mycket frodig utveckling, torde till väsentlig del bero därpå, att kvävet blir tillgängligt i form av salpetersyra. Att döma av växternas höga nitrathalt, måste nitrifikationen i marken vara ganska livlig. Bakteriologiska undersökningar visa ock, att bakterielivet är ganska rikt. Jordproven nitrifiera en ammoniumsulfatlösning och denitrifiera under utveckling av gasblåsor GILTAYS lösning (se tab. 7). Liksom i annan mark åtföljas sålunda även i kolbottnarna de salpeterbildande bakterierna av salpeterförstörande organismer. Ammoniakavspaltningens förmågan har i undersökta fall visat sig ungefär lika stor som i brandfältsjorden.

Det lider sålunda icke något tvivel om, att det försiggår en livlig salpeterbildning i den svarta, till mycket väsentlig del av kolstybb bestående kolbottensjorden. Fråga är blott varifrån den ammoniak kommer, som nitrifieras. Ibland härstammar den nog, åtminstone till en del, från kreaturens urin och exkrementer. Kolbottnarna äro ofta om somrarna av kor och hästar omtyckta uppehållsplatser, de sparka upp den torra lösa jorden och skydda sig på så sätt för de besvärliga myggorna och bromsarna. Men floran har samma huvuddrag i sin sammansätt-

ning även på sådana kolbottnar, som ej besökts av betesdjuren. Man måste då söka en annan kvävekälla. Möjligen har man denna i träkolets stora förmåga att absorbera gaser. Ammoniak kan upptagas ur luften och kondenseras och sedan av bakterierna i kolstybbet upoxideras till salpetersyra. Hur det än må vara med den saken, så är det dock tydligt, att i kolbottensjorden försiggår en livlig salpeterbildning.

På samma sätt som kolbottensjorden förhåller sig tjärdalsjorden. På gamla tjärdalar har jag visserligen ej funnit en så rik, ej heller en så utpräglad nitratoofil flora som på gamla kolbottnar, men florans karaktär går dock i samma riktning (se sid. 1052). Jordprov från tjärdalar har jag funnit kunna nitrifiera en ammoniumsulfatlösning (se tab. 7).

I jord från kolbottnar och tjärdalar försiggår sålunda en nitrifikation liksom i den av skogselden påverkade marken.

#### KAP. X. **Sammanfattande översikt över skogsföryngringsåtgärdernas inverkan på markens salpeterbildning.**

Med hänsyn till det organiskt bundna kvävet nedbrytning kan man, som förut framhållits, urskilja två skogs- och marktper; hos den ena typen försiggår en fullständig nedbrytning eller oxidation av kväveföreningarna till salpetersyra, hos den andra däremot stannar processen vid bildningen av ammoniak. För dessa olika typer och villkoren för deras uppkomst har jag närmare redogjort i en nyligen publicerad avhandling (HESSELMAN 1917). Till den sistnämnda typen hör huvudparten av våra skogar, nämligen alla de moss- och lavrika barrskogstyperna med sina olika varianter. Ett bland de utmärkande dragen för dessa typer är att humustäcket bildar ett mera ytligt liggande skikt på marken (tyskarnas »Auflagehumus»), vilken genomgår en av de lösliga organiska ämnena i humustäcket reglerad, egendomlig och karaktäristisk vittringsprocess, yttrande sig i bildningen av ett blekjordsskikt och ett under detta liggande rostjordsskikt. Hela denna jordmånstyp karaktäriseras av en speciell vegetation, utmärkt i främsta rummet av bärris och mattbildande mossarter eller ock i mera torra lägen av ljung och lavar. I detta humustäcke stannar nedbrytningen av de organiska ämnena vid bildningen av ammoniak. Under vissa omständigheter kunna emellertid, som det framgår av denna redogörelse, åtskilliga, sedan gammalt brukliga skogsföryngringsåtgärder framkalla en radikal förändring i kväveomsättningen, yttrande sig i en mer eller mindre livlig salpeterbildning. De skogsföryngringsåtgärder, som härvidlag äro verksamma, äro följande:

1) I mellersta Sveriges barrblandskogar med väl slutna bestånd, där markbetäckningen i huvudsak består av ett moss-

täcke, kan redan en kalavverkning eller enbart en luckhuggning framkalla en livlig nitrifikation i marken.

2) En markberedning med finnplög eller något annat redskap, som åstadkommer en omblandning av humustäcket och mineraljorden framkallar en salpeterbildning, även när beståndet är så slutet, att en nitrifikation eljes ej förekommer.

3) Multnande ris och gammalt ruttnande virke befördrar eller framkallar en nitrifikation i marken även under sådana omständigheter, att en salpeterbildning eljes ej förekommer.

4) Där råhumustäcket är något kraftigare utvecklat, förmår ej enbart en luckhuggning eller en kalavverkning framkalla en salpeterbildning. Ammoniakbildningen ökas dock väsentligt. Salpeterbildning kan emellertid framkallas antingen genom en markberedning med redskap eller ock genom risets avbränning eller markens avsvedning.

5) I sådana skogstyper, där humuskvävet omföres till salpetersyra, t. ex. i skogarna av ädla lövträd eller i de örtrika granskogarna, ökas salpeterbildningen enbart genom det ökade ljusstillträde, som blir en följd av en luckhuggning eller kalavverkning.

I det följande skall jag söka att närmare utveckla orsakerna till dessa märkliga förändringar.

#### KAP. XI. Om de vid förändringarna i kvävet's omsättning verksamma faktorerna.

Det omslag i kväveomsättningen, som nyss beskrivits, förutsätter sådana förändringar i marken, att de salpeterbildande bakterierna där kunna utveckla sin verksamhet. Till en början må erinras därom, att dessa bakterier äro mycket allmänt utbredda i naturen. Då vi ej kunna påvisa dem i vissa slags marker, t. ex. i de mossrika barrskogarnas humustäcke, så visar detta, att de ej här finna passande utvecklingsbetingelser. Sedan humustäcket genomgått vissa, för bakterierna gynnsamma förändringar, infinna de sig snart, vilket i sin mån utgör ett vittnesbörd om hur allmänt dessa bakterier äro utbredda i naturen och hur utomordentligt lätt de spridas. Det behöver blott erinras därom att nitrifikation mycket snart inträder i en vindfällslucka i en skog, ehuru nitrifikationsorganismer fullständigt kunna saknas inom stora områden av omgivande skogsmarker. Saken torde väl riktigast förklaras på så sätt, att en infektion av marken ständigt försiggår, men där jorden har en för nitrifikanterna olämplig beskaffenhet, gå de under, alltefter som de föras dit.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> En dylik infektion torde kanske förklara, att man i råhumusproven vid lagring kan iakttaga en mycket svag nitrifikation.

För att förtydliga denna företeelse torde det vara lämpligt att något omnämna några undersökningar av den danska jordbakteriologen HARALD C. CHRISTENSEN (1915, sid. 4—54) över den kväveassimilerande bakterien *azotobakter*. Denna bakterie är allmänt utbredd, men förekommer endast i sådan jord, som är rik på baser, framförallt på kalk. Den förekommer därför aldrig i sur jord, sällan i neutral, men så gott som alltid i alkaliskt reagerande. Hans ingående undersökningar visa, att *azotobakter* faktiskt går under i en jord, som är fattig på kalk. Bakterien genomgår snabbt sjukliga förändringar och dör, medan den däremot i årtal kan bevaras i ett jordprov, som innehåller tillräckligt med kolsyrad kalk. Vidare synes det vara uppenbart, att *azotobakter*s försvinnande ur de mera sura eller de neutrala jordarna ej beror på några bakteriedödande gifter, utan på saknaden av vissa, för dess livsverksamhet nödvändiga ämnen, bland vilka i främsta rummet komma basiska kalk- och magnesiaföreningar. Det är tydligt, att man under sådana omständigheter skall finna *azotobakter* i så gott som alla alkaliskt eller möjligen i neutralt reagerande jordar, men ej i de sura, emedan den liksom andra bakterier sprides med stor lätthet men endast under vissa omständigheter kan leva och nå någon vidare utveckling.

Det synes mig, som om detta betraktelsesätt med fördel kunde tillämpas på de salpeterbildande bakteriernas uppträdande. Endast under vissa omständigheter kunna de utvecklas. Förefinnas dessa omständigheter, kan man i regel påvisa de salpeterbildande bakterierna, men där omständigheterna äro ogynnsamma, där söker man dem förgäves. En infektion av marken äger ständigt rum, men endast när marken är gynnsam, har denna infektion någon effekt. Frågan blir då: vad är det, som hindrar de salpeterbildande bakteriernas uppträdande i t. ex. de mossrika barrskogarnas humustäcke, och vilka förändringar är det, som gynna deras uppträdande efter en avverkning, markberedning eller svedning? Detta är frågor, som för sin lösning fordra delvis andra undersökningar än dem, för vilka jag redogjort i det föregående, men några på saken inverkan omständigheter synas mig redan nu kunna framhållas.

I min föregående avhandling (HESSELMAN 1917) har jag påvisat, att salpeterbildande humusformer bildas på en mark, som är mera rik på salter (elektrolyter), eller under sådana omständigheter, att humustäcket blir utsatt för påverkan av elektrolyter. Den humusbildning återigen, som försiggår under stark borttransport av elektrolyter eller på elektrolytfattig mark, leder till humusformer, där kvävet ej nitrifieras. Såsom exempel kunna å ena sidan nämnas den typiska mullen, där maskar eller insekter sörja för att humusämnen blandas med mineralpartiklar, så att humifieringen försiggår under elektrolyttillförsel. Å andra sidan kan erinras om det sega, torvartade råhumustäcke, som bildas i Norr-



lands utglesade granskogar på en mark med ett mäktigt blekjordsskikt, sålunda på en mark, som i ytan är fattig på elektrolyter. I mullen försiggår en ständig nitrifikation; för att få en sådan i gång i råhumustäcket måste marken avsvedas eller humusen blandas med mineraljorden. Dessa principiella skillnader mellan mullens och råhumusens bildningsvillkor synas mig ock kunna bilda utgångspunkten för en diskussion angående de för de salpeterbildande bakterierna gynnsamma förändringar, som humustäcket ofta undergår genom våra skogsföryngringsåtgärder.

Närmast till hands ligger väl denna förklaring, när det gäller markberedningar med redskap eller genom bränning. I förra fallet blandas humustäcket med mineraljorden, vilken alltid innehåller en del lösliga elektrolyter, i senare fallet bildas lösliga salter genom branden, vilka då de äro av basisk natur, kunna neutralisera förekommande humussyror. I båda fallen påverka elektrolyterna humustäckets struktur. Det får genom kolloidernas utflockning (jfr HESSELMAN 1917, sid. 305) en mera mullliknande struktur.

På avverkningsytorna i mellersta Sveriges mossrika barrskogar, där enbart det ökade ljustillträdet kan framkalla en livlig nitrifikation i marken, genomgår humustäcket liknande strukturförändringar som vid markberedning eller bränning. Humustäcket antar en alltmer mullartad struktur. Då metmaskar eller insekter knappast förekomma i sådan mängd, att den ganska snabbt inträdande strukturförändringen kan förklaras på rent biologisk väg, synes man mig även böra söka orsaken i en av fysiska och kemiska orsaker betingad ökning i elektrolyttillförseln. Denna starkare elektrolyttillförsel kan tänkas komma från två håll, nämligen 1) från humustäcket självt och 2) från den underliggande mineraljorden. De humusformer, som å hyggen eller i luckor snart börja nitrifiera, utmärka sig för en mera snabb förmultning. Då humusen alltid innehåller en del kemiska föreningar, som vid oxidation eller förmultning ge upphov till salter, måste genom den förökade förmultningen humustäckets elektrolythalt eller salthalt ökas, och denna kan då i och för sig själv vara tillräcklig för en omändring av humustäckets struktur. Vidare kan man tänka på en elektrolyttillförsel från marken. Genom kalavverkningen eller luckhugningen ökas markytans avdunstning; denna måste bl. a. resultera i att vatten från underliggande mineraljord föres upp mot ytan, och detta vatten medför alltid en del elektrolyter. I beståndet åter är markytans avdunstning nedsatt, så att vattenrörelsen i övervägande grad är riktad nedåt. Vad som vidare kan anses tala för att en dylik elektrolyttransport kan spela en roll är, att de humusformer, som bliva nitrifierbara enbart genom ökat ljustillträde, endast synas förekomma på svagt podsolerad mark, d. v. s. där blekjordsskiktet är föga mäktigt, medan på marker med starkt utpräglad

blekjord kraftigare åtgärder än enbart avverkning äro av nöden för att framkalla en nitrifikation.

I hög grad anmärkningsvärt är att multnande virke gynnar humuskvävets nitrifikation, och att det kväve, som finnes i multnande barr och kvistar, lätt nitrifieras. Några försök har jag ännu ej gjort, men av allt att döma inträder salpeterbildningen lättare, när friska barr och grenar vissna och börja multna, än när barren och grenarna förut vissnat eller torkat på träden, innan de falla ned på marken. Orsaken härtill torde möjligen få sökas i att de friska barren äro rikare på mineralsalter än de som vissnat, kvarsittande på trädet; de vissnande barren minska medan de sitta kvar på trädet sin mineral- eller askhalt, därigenom att värdefulla växtnäringssämnen vandra in i grenarna. En skillnad förefinnes väl även i de kvävehaltiga ämnenas kemiska beskaffenhet, en olikhet, som ej torde vara utan sin betydelse. Vidare torde, som laboratorn vid Skogsförsöksanstalten d:r IVAR TRÄGÅRDH för mig framhållit, insektslivet i det multnande riset spela en viss roll. Multnande grenar, stubbar etc. draga till sig ett rikt insektsliv, som lever av de multnande växtresterna. Genom insekternas verksamhet kunna kanske dessa försättas i lättare nitrifierbart tillstånd.

Även med hänsyn till nitrifikationen i ett segt, torvartat råhumustäcke synes man mig kunna använda detta betraktelsesätt angående elektrolyttillförselns stora betydelse. Vid de norrländska, utglesade granskogarnas eller barrblandskogarnas kalavverkning börjar råhumustäcket att förmultna, men förmultningen försiggår långsamt, varför elektrolyttillförseln ej kan bli så kraftig som vid den snabbare förmultning, som framkallas vid kalavverkningar i mellersta Sveriges barrblandskogar. Vidare är blekjorden i dessa skogar vida mäktigare och kraftigare utbildad, varför en tillförsel av lösliga salter från mineraljorden bör bliva svagare än å mellersta Sveriges vanligen svagt podsolerade marker. Möjligen ha vi ock i detta råhumustäcke att göra med andra kväveföreningar än i mellersta Sveriges bättre barrskogsmarker. Där bildas humustäcket av mossor och barravfall; i Norrlands utglesade granskogar ha bärrisen större betydelse. Även om detta kan spela en roll, så torde dock elektrolyttillförseln vara av mera avgörande vikt, härför talar ju att en ombländning av råhumus och mineraljord mycket snart framkallar en livlig nitrifikation.

Den framställning, som jag nu lämnat angående orsaken till förändringarna i humustäcket vid inträdande nitrifikation, har delvis karaktären av en arbetshypotes. Den kan tjänstgöra som grundlag för vidare undersökningar och utgör ett försök att från en och samma synpunkt förklara flera, mera till det yttre än till sitt inre förlopp olikartade fenomen. Huruvida jag genom detta betraktelsesätt träffat sakens kärna,

kan endast avgöras genom omfattande, delvis svåra, fysikaliskt-kemiska undersökningar. Hur salterna verka, kan även diskuteras; man kan dels tänka sig, att humussyrorna neutraliseras eller avtrubbas, dels att salterna tjäna som näringsmedel för nitrifikanterna och spela en roll vid den nybildade salpetersyrans neutralisation. I detta senare hänseende kunna de i den podsolerade marken rikligt förekommande järnföreningarna ha sin betydelse. ASHBY (1907) har nämligen nyligen visat, att nyss utfällt järnoxidhydrat liksom järnrost kan till en del ersätta kalkkarbonat för neutralisation av den nybildade salpetersyran. Någon fullständig neutralisation av humussyrorna behöver emellertid ej inträda, de starkt salpeterbildande humusformerna å kalhyggerna i Jönäkers häradsallmänning reagera sålunda skarpt surt för lackmuspapper.

Vad som även torde spela en roll för nitrifikationen är den starkare genomluftningen, den torde dock ej vara av någon avgörande betydelse. Utförda försök ha nämligen visat, att markluftens tillgång på fritt luftsyre har mindre betydelse än man vore benägen att tro på grund av nitrifikationens gång i vanligen brukliga kulturvätskor, där man antingen måste använda mycket tunna vätskeskikt eller ock med konst sörja för en livlig genomluftning. SCHLÖSING fann sålunda, att i en sandig, kalkrik lera bildades i det allra närmaste samma salpetermängder, när luften innehöll 11 % som när den innehöll 21 % syre. (LÖHNIS 1910, sid. 615). WINOGRADSKY och OMELIANSKI, de för sina klassiska undersökningar över de salpeterbildande bakterierna världsberömda forskarna, ha också funnit, att nitrifikanterna kunna nöja sig med en ganska låg syrehalt i luften (LÖHNIS 1910, sid. 615). Den föreställning, som man vanligen hyser angående humustäcket såsom ett starkt hinder för markens genomluftning, synes ej heller vara berättigad. ALBERT i Eberswalde (1912, sid. 667 och följ.) har med lämpliga instrument tagit luftprov såväl ur mulljord som ur mark med råhumustäcke. Luftsyrehalten var i båda markslagen densamma och mycket hög, i medeltal nära 20 % (vanlig luft 21 %). Det är därför ej troligt, att nitrifikationens uteblivande förorsakas av luftbrist i råhumustäcket, den måste sökas på annat håll och sannolikt ligger orsaken i råhumustäckets beskaffenhet. Ett försök, som jag gjort, kan möjligen ge någon ledning för kommande undersökningar. Infekteras en nitrifikationskolv, som förut ympats med jordprov från en mark med råhumus, sålunda en mark, där nitrifikationsbakterier saknas, med en råkultur av salpeterbildande bakterier, kommer nitrifikationen i gång. Men nitrifikationen förlöper mycket långsammare i en kolv, som ympats med prov av råhumustäcket, än i dem, som ursprungligen ympats med blekjords- eller rostjordsprov. Då det i kulturvätskan finnes alla för de salpeterbildande bakterierna nödvändiga ämnena, torde

väl detta resultat lämpligen tolkas så, att i råhumustäcket finnes något ämne, som är hinderligt för de salpeterbildande bakteriernas utveckling. Fortsatta försök och vidare studier äro emellertid av nöden för att närmare utreda denna fråga. Dylika torde också kunna förklara ett annat intressant och viktigt spörsmål. Det framgår tydligt nog av denna undersökning, att vissa humusformer, framförallt de som huvudsakligen bildas av mossrester och multnande barr och grenar, lättare bringas till nitrifikation än de, som äro mera torvartade och vid vilkas bildning bärrisen eller ljungen spelat en större roll. Möjligt vore ju, att de senare innehöle flera, för nitrifikationsbakterierna skadliga ämnen än de förra.

Även en annan faktor är att taga i betraktande. Enligt de undersökningar av KOCH, som jag förut refererat (HESSELMAN 1917, sid. 392), utsöndras av barrträdens barr vissa ämnen, som äro hinderliga för nitrifikationsbakteriernas verksamhet. När skogen avverkas, tillföras ej nya mängder av dylika ämnen, de försvinna så småningom, och detta hinder för bakterierna upphör därmed.

De synpunkter, som jag har framfört, kunna utgöra lämpliga utgångspunkter för fortsatta undersökningar, av betydelse ej blott i teoretiskt utan ock i rent praktiskt hänseende. Det gäller närmast att utreda villkoren för en för skogens förnyring och första tillväxt gynnsam förändring i markens bakterieflora. Liknande förändringar har man redan börjat att studera inom jordbakteriologien, och då de därvid vunna resultaten kunna bidra till att klargöra även här föreliggande problem, vill jag i korthet redogöra för dessa undersökningar.

På senare åren har man med stor iver börjat att undersöka vad man kallar jordens partiella sterilisation. Jorden uppvärms till ej allt för höga temperaturer, t. ex. till 65° å 98°, eller behandlas med flyktiga anti-septiska ämnen, såsom kloroform, kolsvavla, toluol m. fl., vilka sedan de verkat på jorden en kortare eller längre tid återigen kunna avlägsnas. En jord, som behandlas på detta sätt, visar ofta, att den innehåller större mängder tillgängliga växtnärsämnen än före behandlingen. Framförallt synes detta gälla kväveföreningarna; plantorna i den partiellt steriliserade jorden bli kraftigare och få en mörkare grön färg än i de osteriliserade, vittnande om en ökad kvävetillförsel (HILTNER 1908). Detta intressanta fenomen har blivit mycket noggrant studerat av olika forskare. Det största uppseendet torde ha väckts av en teori, framställd av tvenne engelsmän, RUSSELL och HUTCHINSON (1909 och 1913), vid den bekanta jordbruksförsöksstationen vid Rothamsted i England. Dessa söka förklara fenomenet på så sätt, att utom bakterierna utöva vissa lägre djur, protozoerna, ett viktigt inflytande på jordens fruktbarhet. Dessa protozoer leva av jordens bakterier, äta upp dem, så att de ned-

sätta deras förökning i marken. Genom den partiella sterilisationen dödas protozoerna, varefter bakterierna, som äro mera motståndskraftiga, obehindrat kunna utvecklas och öka sönderdelningshastigheten av de organiska föreningarna i marken. Härigenom skulle man kunna förklara dess ökade fruktbarhet. Denna teori har emellertid ej vunnit någon allmän anslutning, många olika förklaringar ha framställts och i närvarande stund arbetas med stor iver på detta område (se t. ex. KOPELOFF, LINT och COLEMAN 1916).

Bränningen eller svedningen innebär ju ett slags partiell sterilisation, marken upphettas mer eller mindre, vadan de förändringar i bakteriefloran, som branden medför, ej enbart torde vara att tillskriva tillförseln av lösliga salter, som påverka humustäcket, utan även torde ha sin direkta orsak i av upphettningen förorsakade ändringar i markens mikrobiologiska tillstånd. Vad nu särskilt salpeterbildningen beträffar, har den visserligen i de av RUSSELL och HUTCHINSON (1909) utförda försöken nedsetts genom upphettningen, men andra forskare ha funnit, att i en upphettad jord, som åter infekterats med salpeterbildande bakterier, salpeterbildningen blir livligare än i den osteriliserade (DEHERAIN och DE MOUSSY 1896, se KOPELOFF 1916).

Det visar sig sålunda, att den experimentella forskningen kunnat uppvisa resultat, som väl låta förena sig med de här skildrade erfarenheterna från våra brandfält eller risbrända skogskulturfält.

De förändringar i kvävet's omsättning, som vi kunna åstadkomma genom kalavverkning, luckhuggning, markberedning eller svedning representera emellertid mera tillfälliga tillstånd i marken. De äro uttryck för den ändring i de markbildande faktorerna, förnämligast i markens avdunstning och temperatur, som vi åstadkomma genom våra skogsföryngringsåtgärder. När skogen återigen slutit sig över marken, så att den blir utsatt för de i de slutna bestånden härskande markbildande faktorerna, upphör så småningom nitratbildningen. Humustäckets kväve nedbrytes ej längre än till ammoniak. De i den mossrika barrskogen normalt rådande förhållandena bliva återställda. Hur snabbt normaltillståndet inträder och vilka faktorer, som påverka denna utveckling, ha ännu ej i detalj undersökts. De mer spridda observationer, som jag gjort, ha meddelats i det föregående.

De förändringar i kvävet's omsättning, som förut skildrats, äro sålunda av övergående natur, men äro icke dess mindre av den största betydelse i barrskogarnas utvecklingshistoria. De spela nämligen en stor roll för deras föryngring, vare sig denna nu sker med konst eller vi överlämna densamma åt naturen. Jag övergår därför till en diskussion om detta samband mellan kvävet's omsättning och skogens föryngring.

KAP. XII. **Sambandet mellan barrskogens förnyring och kvävetvets nitrifikation.**

Det torde väl knappast ha undgått någon skogsman, som är bekant med våra skogsförnyrningsförhållanden, särskilt i Norrland, och som med någon uppmärksamhet läst igenom föregående sidor, att det uppenbarligen förefinnes en nära parallelism mellan de faktorer, som



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 21. Vacker tallföryrning efter brand. Lappland. Jockmocks sn. Nära Harsprånget.

$\frac{25}{8}$  1904.

Fine natural regrowth of pine after forest-fire.

framkalla humuskvävets nitrifikation och de, som gynna skogens föryngring. På brand- eller svedjefälten (se fig. 21), i vägkanter och andra platser, där marken blivit omrörd (se fig. 22), i vindfällsluckorna, där rötterna vid trädens fall rört omkring i marken, nitrifieras humuskvävet



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 22. Vacker tallföryngring utmed vägkanterna. Värmland, Södra Finnskoga.  $\frac{23}{6}$  1909.

Fine natural regrowth of pine along the sides of a road.

och föryngras skogen med lätthet (se fig. 14). Lågor och multnande ris gynna salpeterbildningen och föryngringen. I de delar av mellersta och södra Sverige, där blädningsbruket först vann någon kraftigare utbredning, framkallar redan en luckhuggning en nitrifikation (Jönåkers häradsallmanning, skogarna under Högsjö och Äs i Södermanland, Alkvet-



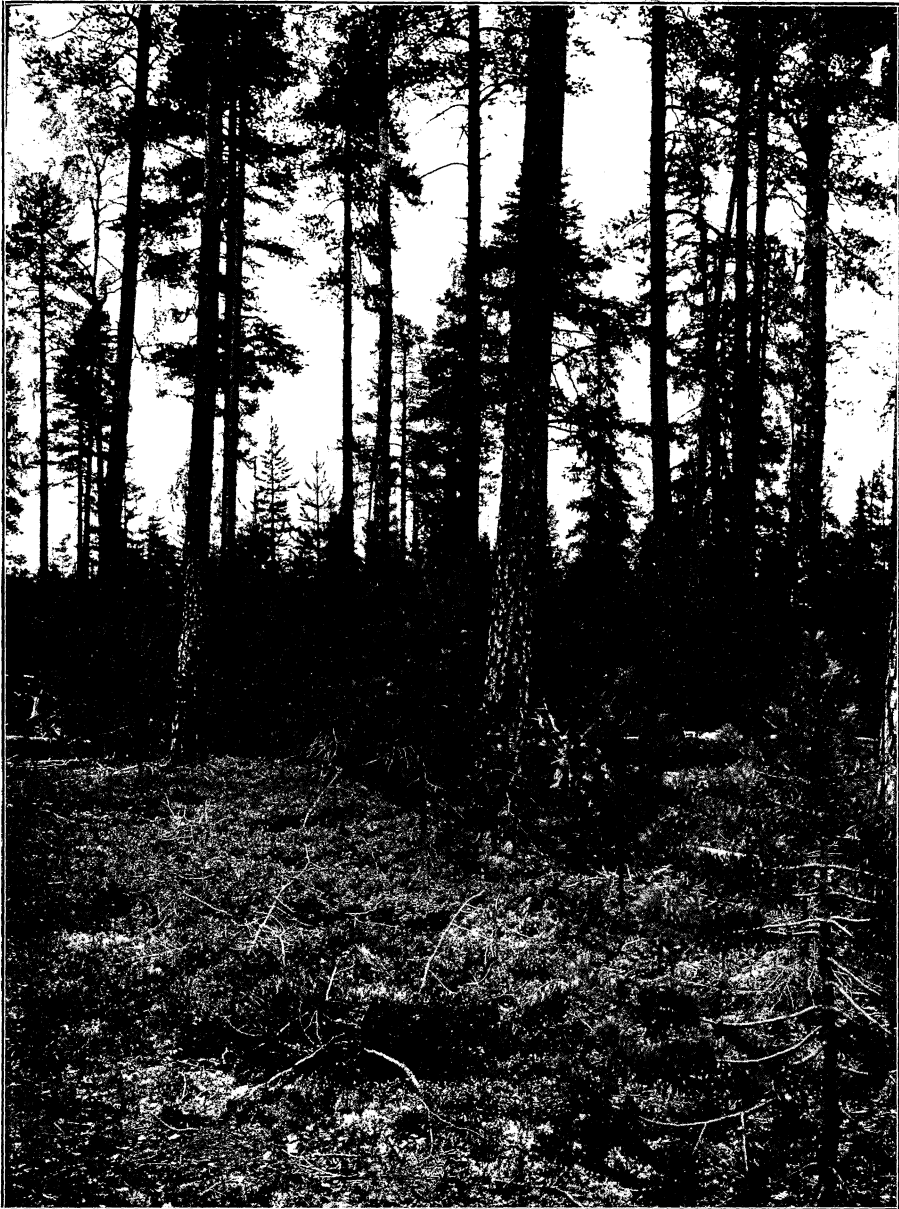
Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 23. Äldre, ljus tallskog. Talrika oväxtliga tall- och granplantor, isynnerhet i luckan i förgrunden. Dalarne. Hamra krpk. <sup>27</sup>/<sub>7</sub>, 1903.

Old, open pine-forest. Numerous stunted pine- and spruce-plants, especially in the small clearing in the foreground.





Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 24. Äldre tallskog med vacker tallföryngring, uppkommen efter markbrand. Västerbotten. Degerfors revir. Kulbäcksliden.  $\frac{7}{8}$  1916.

Old pine-forest with fine regrowth of pines, coming up after burning of the ground.

tern i Värmland). Där eld gått fram över marken i ett slutet bestånd, men där den ej varit så hård, att beståndet strukit med, finner man ofta en vacker ungskog under de äldre träden. Där marken ej blivit svedd, men där bestånd och övriga förhållanden äro av samma beskaffenhet som på de svedda markerna, träffar man endast svaga, halvt oväxtliga plantor. Såsom produkter av denna eldens verksamhet finner man ej sällan i Norrland en tallskogstyp, som man skulle kunna kalla tvååldrig. Under ett tämligen väl slutet äldre bestånd uppskjuter, trots beskuggning och konkurrensen med de äldre träden, en vacker ungskog av växtliga tallar (jfr fig. 23 och 24). Mindre ofta träffas en motsvarighet härtill i granskogen. Ett sådant fall har emellertid beskrivits av ANDERS HOLMGREN (1914, sid. 279—280). I fig. 25 meddelas en bild därifrån. Som en följd av eldens inverkan på marken kan man t. o. m. någon gång finna, att tallen vandrar in i granskogen och utvecklas i dess skugga (se fig. 20).

I de örtrika granskogarnas föryngringsytor ha de unga trädplantorna ofta att kämpa med en rik ört- och gräsvegetation. Konkurrensen blir ofta för svår för skogsträden, fröna ha svårt att komma ned till marken, och även om de där lyckats gro, hotas de unga plantorna att pressas ned och liksom förkvävas av de om hösten nedvissnande örterna och gräsen. Dylika platser äro därför svåra att föryngra, särskilt i fjälltrakter (se t. ex. N. KR. BERLIN 1915, K. E. KALLIN 1916), ehuru salpeterbildningen i dessa marker är nog så livlig (jfr fig. 3, sid. 933). I smärre luckor däremot, där ört- och gräsvegetationen ej når någon mäktigare utveckling, försiggår föryngringen ofta lätt, vackra exempel härpå meddelas i fig. 28 och 33, man plägar ock rekommendera att i sådana skogar ta upp mindre föryngringsytor (se t. ex. K. E. KALLIN 1916, sid. 34). Det av HOLMGREN (1914, sid. 277—279) påpekade förhållandet, att man ofta finner en vacker granföryngring på mark med rörligt vatten, såsom utmed bäckar och vattendrag liksom också på mark med syrehaltigt, genomsläppande vatten, låter sig ock otvunget förenas med den här av mig framhållna synpunkten. På dylika platser omsättes ju ävenledes humuskvävet till salpetersyra.

På samma sätt kan man förklara granens lätta invandring och föryngring på gamla fåbodvallar: kreaturstrampet och kreaturens spillning ha där under tidernas lopp förlänat marken mullkaraktär. Med all sannolikhet nitrifieras även här humuskvävet.

Å andra sidan har man en tillräckligt rik erfarenhet om att marker med råhumustäcke äro svåra att föryngra. Detta beror ej blott på sämre gröningsbetingelser för fröet, utan ock på att plantan där har svårt att skaffa sig erforderlig näring; man brukar därför vänta några år med kultur, tills råhumustäcket har förbättrats (se t. ex. HOLMGREN 1911, sid.



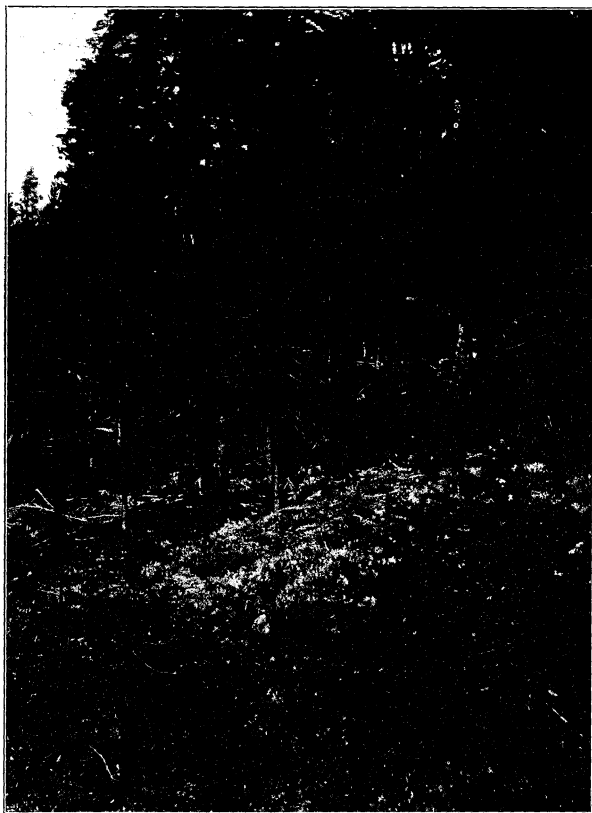
Ur Skogsforsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 25. Föryngring av gran i granskog, framkallad av en svag markbrand. Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk. 12/7 1915.

Regrowth of spruce in a spruce-forest, caused by slight burning of the ground.

34—35). På sådana hyggen, där man får en rik vegetation av kruståtel (*Aira flexuosa*), är även den naturliga föryngringen förenad med betydande svårigheter, den försiggår mycket långsamt. Kväveomsättningen blir visserligen livligare än i ett vanligt råhumustäcke, men nedbrytningen av de organiska kväveföreningarna stannar vid bildningen av ammoniak



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 26. Tallföryngring i granskog. Marken har svagt bränts, där tallen växer. Västerbotten. Bjurholms sn. Krpk. Ö. Tellvat-  
liden.  $\frac{4}{9}$  1908.

Regrowth of pine in a spruce-forest. The ground on which the pine is growing has been slightly burnt.

(se sid. 944). Dylika hyggen erbjuda ej heller, som jag nedan skall visa, den planterade tallplantan samma gynnsamma näringsbetingelser, som där kvävet nitrifieras.

I skogar med ett starkare råhumustäcke finner man vanligen granplantorna på multnande lågor, multnande ris och dylikt (jfr fig. 27).

Jag har förut visat, att på hyggen och i luckor det multnande virket gärna framkallar en nitrifikation, möjligen ha lågorna någon liknande betydelse även när beståndet är slutet, ehuru väl sannolikt nitrifikationen i så fall är ganska svag.

Gå vi sålunda igenom vår erfarenhet om de faktorer, som gynna förnyringen, finna vi genomgående, att de på ett särdeles märkligt sätt sammanfalla med humuskvävets nitrifikation. Där humustäckets kväve



Ur Skogsförsöksanstaltens samml.

Foto av förf.

Fig. 27. Unga granplantor i slutna granskog på multnande granstam. Dalarna. Hamra kronopark. Börringsberget. 11/9 1911.

Young spruce-plants on mouldering spruce-logs.

där omföres till salpetersyra, där försiggår förnyringen lätt och utveckla sig de unga tall- eller granplantorna väl, såvida de ej ha att konkurrera med en synnerligen frodig gräs- och örtvegetation. Där humustäckets kväve ej nitrifieras, där är den naturliga förnyringen försvårad, gran och tallplantorna växa långsamt.

Där humuskvävet nitrifieras, försiggår ock förnyringen under ringare ljustillträde än på annan mark, varpå vackra exempel lämnas såväl av den nyss omnämnda tvååldriga tallskogen som ock av de med försiktighet behandlade örtrika granskogarna (se fig. 28). Tall- och gran-

plantorna få under sådana förhållanden ett lägre krav på ljuset. I en för flera år sedan publicerad avhandling ha GUNNAR ANDERSSON och förf. (1907, sid. 100—101) visat, att de förkrympta tall- och granplantor, som rikligt anträffas i äldre tallbestånd, ingalunda lida av någon bristande kolsyreassimilation; de assimilerande cellerna i tall- och granbarren innehålla en riklig mängd stärkelse, men trots detta kunna barrträdsplantorna ej utveckla sig. För själva assimilationsarbetet är ljustillgången tydligen tillräcklig, orsaken till den undertryckta utvecklingen måste sökas på ett annat håll. Det är ett sedan länge bekant faktum, att trädets ljusbehov ändrar sig med de yttre förhållandena, och att ljusbehovet är större på mager än på god mark (RAMMANN 1893, sid. 299—300); någon rationell fysiologisk förklaring till denna företeelse har mig veterligen ej framställts. Vilken än förklaringen må bli, synes mig själva faktum vara väl konstaterat och kunna bilda en viktig synpunkt vid utredandet av orsaken till att ungtallskogen efter brand förmår skjuta upp i skuggan av det äldre beståndet, vilket den förut ej förmått göra. Lättillgängligt kväve finnes vanligen i skogsmarken i otillräcklig eller ringa mängd, det blir där i regeln minimifaktorn, som bestämmer markens fruktbarhet. Efter en löpeld blir humustäckets kväve lättillgängligt, marken blir väsentligt förbättrad med hänsyn till minimifaktorn, och på grund härav kunna tallplantorna skjuta upp i det äldre beståndets skugga.

För att emellertid förstå betydelsen av kvävet's nitrifikation för tall- och granskogens förnygring, är det emellertid nödvändigt, att något närmare diskutera tallens och granens speciella kväveproblem, d. v. s. frågan om, i vilken form dessa träd helst upptaga kvävet. Den litteratur, som föreligger på detta område, lämnar knappast något fullt avgörande svar på frågan. Till en början torde man med all rätt böra framhålla, att de skäl, som man velat anföra för att tallen skulle förmå assimilera luftens fria kväve tack vare mykorhizan på rötterna ingalunda äro bevisande, alla de försök, som utförts under mera strängt vetenskaplig kontroll, ha lämnat ett negativt utslag, tallen kan ej tillfredsställa sitt kvävebehov på denna väg. Visserligen har man iakttagit en liten kväveökning även hos sådana plantor, som odlats i kvävefri jord, liknande iakttagelser ha ock gjorts i avseende på asken (se MÖLLER, 1912, sid. 536), men därav kan man ej sluta till att tallen eller asken kunna assimilera luftens fria kväve. I de omnämnda försöken använde man nämligen osteriliserad jord. Det är sålunda ej uteslutet, att ej kväveassimilerande bakterier funnos i marken. Dylika organismer ha flerfaldiga gånger genom sin närvaro åstadkommit felaktiga resultat när det gällt att experimentellt pröva växters förmåga att assimilera fritt luft-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 28. Granföryngring i mindre lucka i örtrik granskog. Humuskvävet nitrifieras. Norrbotten. Piteå sn. Rokliden,  $\frac{26}{8}$  1916.

Regrowth of spruce in a small clearing in herbose spruce-forest. Nitrifying humus.

kväve. Ej heller har man, såsom BOUSSINGAULT i sina grundläggande försök, renat den luft, som omgivit försöksväxten eller försöksjorden, från ammoniak. Dylika försiktighetsmått äro emellertid nödvändiga för att avgöra en i växtfysiologiskt hänseende så delikat fråga som denna. Tallar, som odlats i mark med tillgång på alla nödvändiga näringsämnen med undantag av kväve, förete sålunda ett verkligt hungerutseende. Att de överhuvud taget kunna leva, torde få tillskrivas dels en ammoniakabsorption i marken — försöken äro utförda i omedelbar närhet av en stad, Eberswalde — dels möjligen förekomsten av fritt levande kväveassimilerande organismer i försöksjorden.

För en normal utveckling av tallplantan, liksom också av granplantan, fordras tillgång till bundet, assimilerbart kväve, sålunda då närmast salpetersyra eller ammoniakföreningar. I anslutning till den redogörelse, som jag förut lämnat angående dessa föreningars olika näringsvärde (se HESSELMAN 1917, sid. 384), skulle man närmast förmoda, att tallen och granen vore ammoniakväxter, de leva ju helst på en jord med sur reaktion, d. v. s. de skulle föredraga de fysiologiskt sura ammoniaksalterna framför de i fysiologiskt hänseende basiskt verkande nitraten. Det har dock förut visats, att de uppnå den största produktionsförmågan på sådan mark, där humuskvävet nitrifieras.

Av min förut lämnade framställning angående humuskvävets nitrifikation i svenska skogsmarker (HESSELMAN 1917) framgår dock med all önskvärd tydlighet, att någon nitrifikation åtminstone av någon betydelse ej förekommer i våra mossrika barrskogar, icke ens i sådana, som visa en ovanligt hög produktion; t. ex. de meromtalande Jönåkersbestånden. För den äldre tall- eller granskogen utgöra sålunda ammoniak eller möjligen organiska kväveföreningar en fullt tillfredsställande kvävekälla. Men frågan är ganska invecklad; för de yngre plantorna gestaltar sig saken efter allt att döma på ett annat sätt. Några fullt avgörande experimentella försök föreligga knappast i litteraturen, men vad man redan säkert vet torde dock i förening med mina egna observationer ganska väl kunna belysa frågan.

Skogsträdens kväveproblem har bland annat behandlats av VATER (1909 b), som visat, att man vid gödslingsförsök i plantskolor i allmänhet nått bättre resultat med ammoniak än med nitrater, ehuru man också funnit, att även tallen kan med stor lätthet tillgodogöra sig salpeterkväve, såvida det erhålles i mycket utspädd form (0,02 % lösning, MÖLLER 1904). Gödslingsförsöken lida dock samtliga av ett bestämt fel: man vet ej om ammoniaken i marken först omförts till salpetersyra, innan den upptagits av tallplantornas rötter. Så mycket tyckes dock vara säkert, att salpeter i något större koncentration, t. ex. i 0,1 % lösning,



är skadlig för tallen, men i mycket svag lösning assimilerbar. MÖLLER och i senaste tid MÖLLER och ALBERT (1916) ha emellertid visat, att råhumus, när den, söndersmulad och sönderriven, blandas med sand eller lagras under ett sandskikt, utgör en utmärkt kvävekälla, icke blott för tall och gran, utan ock för många andra trädslag, bland dem eken. Råhumus överträffar i detta avseende de mineraliska kvävehaltiga gödslingsämnen, kali- och kalksalpeter, ammoniumsulfat m. fl. De nämnda forskarna ha ej undersökt, i vilken form kvävet i dessa råhumusförsök kommer trädplantorna till godo, men efter min egen erfarenhet måste en dylik behandling av råhumus framkalla en nitrifikation av råhumuskvävet. Vilken betydelse detta har för t. ex. tallen, skall jag här nedan söka visa genom några försök och observationer i naturen.

ANDERS HOLMGREN (1911) gjorde för några år sedan, medan han ännu var skogsskoleföreståndare vid Bispgården i Jämtland, några försök med jord från tallhedar. En närmare redogörelse för dessa försök kommer att lämnas i min i detta Meddelande från Statens skogsförsöksanstalt publicerade studie över norrländska tallhedar; här kan det vara nog att erinra därom, att försöken avsågo att utröna, om det fanns någon skillnad mellan den humus, som bildas under de mera enstaka tallarna på en tallhed, och den humus, som uppstår på de mera kala, med renlav bevuxna fälten. Smärre trälådor, nedgrävda till kanten i jorden i Bispgårdens trädskola, fylldes med de nämnda olika humusslagen, som hämtades från en tallhed, å Bispgårdens skog. HOLMGREN meddelar om sina försök år 1911 (HOLMGREN 1911, sid. 38), då plantorna ännu voro ett år, följande: »Vad plantornas storlek beträffar, voro plantorna i jorden under träden<sup>1</sup> något kraftigare än de i jorden mellan träden. Men var skiljaktigheten i detta avseende ej så särdeles stor, var skillnaden i färg högst påfallande. I början av september voro de plantor, som uppkommit i jorden mellan träden, rödgula eller rent röda under det de andra voro skarpt gröna utan antydning till rött». Vidare tillägger han i en not: »I slutet av maj månad d. å. (1911), sedan plantorna börjat att växa, visade sig gråsandsplantorna<sup>2</sup> i jorden, hämtad under träden, ojämförligt mycket större och kraftigare än de, som uppdragits i jord från den öppna heden». Försöksplantorna fingo stå kvar i sina lådor, även sedan jägm. HOLMGREN lämnat Bispgården, och med hans och hans efterträdares, jägm. LINDBERG, benägna tillstånd har jag närmare studerat jord och tallplantor i dessa försök. Vid ett besök å Bispgårdens skogsskola i sept. 1915 frapperades jag av den vackra, gröna färg, som utmärkte tallplantorna i den humus, som hämtats un-

<sup>1</sup> D. v. s. i den jord, som hämtats under trädkronorna på tallheden.

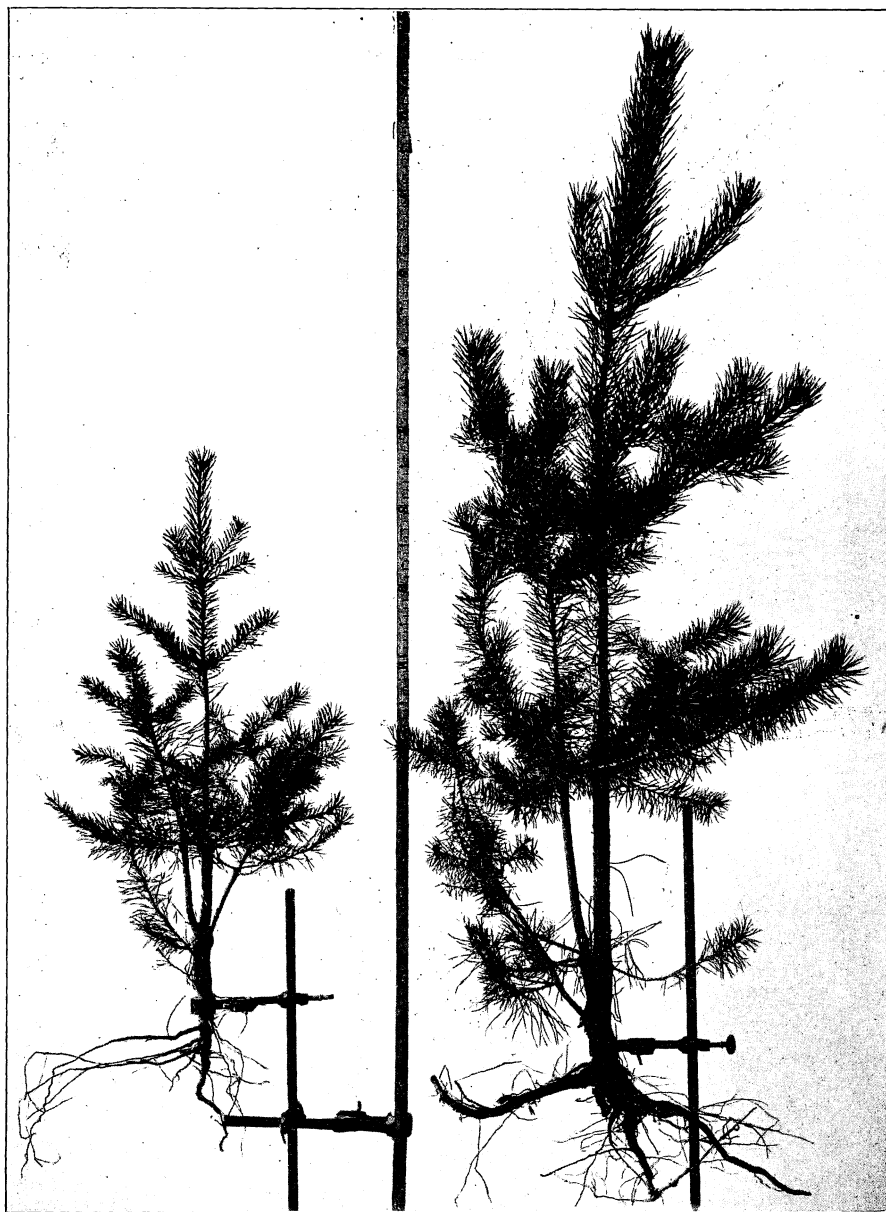
<sup>2</sup> Gråsand = blekjord.

der träden, medan tallplantorna i den humus, som insamlats mellan träden, hade en mera gulgrön färg. En annan sak väckte ock min uppmärksamhet; i lådorna med det förstnämnda humusslaget uppträdde som ogräs *Leontodon autumnalis*, *Spergula arvensis*, *Poa pratensis*, *Agrostis vulgaris*, *Betula verrucosa* och *Rumex acetosella*, medan i den andra lådan endast funnos några små groddplantor av blåbär, ljung och *Betula odorata*. *Leontodon* visade vid undersökning en utpräglad salpeterreaktion. Vegetationen i lådorna lät sålunda förmoda en stor skillnad mellan de båda olika humusslagen. Jägmästare FERD. LINDBERG har haft vänligheten att sedermera vid olika tillfällen sända mig såväl jordprov som tallplantor för närmare undersökning. En fullständig redogörelse för dessa undersökningar återfinnes i min samtidigt utkommande studie över tallhedarna, men några ur växtfysiologisk synpunkt mera allmänt intressanta resultat ha här sin rätta plats. I fig. 29 och 30 återges bilder, visande tallplantornas utseende hösten 1916, sålunda vid 7 års ålder, då försöken börjades 1910. De plantor, som uppdragits i den humus, som hämtats under träden, äro högre och äga längre, bredare och mörkare barr än de plantor, som uppdragits i humus från fälten mellan träden. Nedanstående siffror belysa närmare skillnaden mellan de i fig. 29 och 30 avbildade olika tallarna.

#### Tallplantor, uppdragna i humus från tallhedar.

	Plantornas höjd	Barrens			
		längd		bredd	
		år 1915	år 1916	år 1915	år 1916
	cm	mm	mm	mm	mm
Planta, uppdragen i humus, samlad under träden. Kvävet nitrifieras ...	130	51,3	63,8	1,98	1,80
Planta, uppdragen i humus, samlad mellan träden. Knappt påvisbar nitrifikation.....	75	23,5	30,7	1,48	1,43

Plantornas utseende ger anledning att misstänka, att orsaken till deras olika utveckling ligger i en skiljaktighet i kvävetillförseln; de kraftiga, breda, mörkgröna barren tala för en riklig, de kortare, smalare och blekgröna barren för en svagare kvävetillförsel. Detta stämmer väl med MÖLLERS (1904) undersökningar, som experimentellt ådagalagt, hur kvävebrist visar sig hos tallen. En undersökning av jorden bekräftar också denna förmodan. Vid lagring under 17 veckor bildades nämligen följande mängder salpeterkväve:

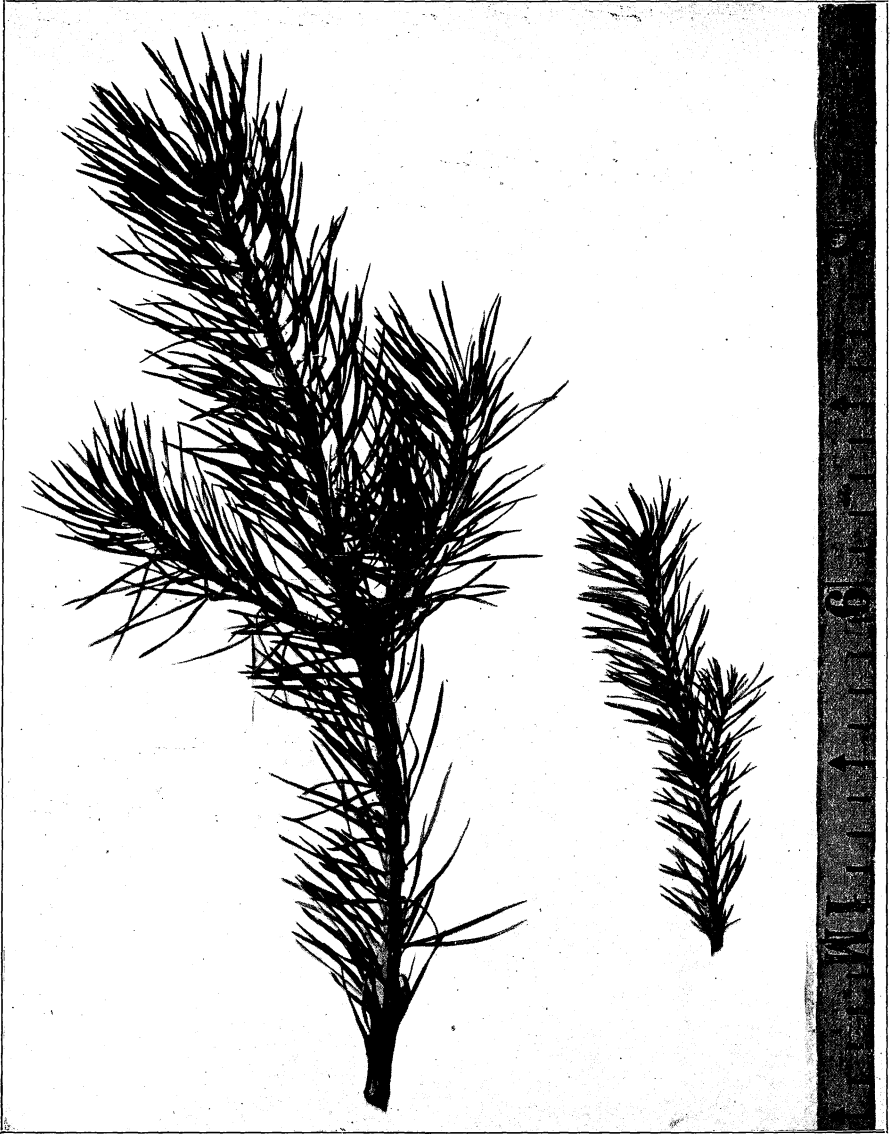


Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 29. Sjuåriga tallplantor, uppdragna i humus vid Bispgårdens skogsskola. Den stora plantan till höger i nitrificerande, plantan till vänster i icke nitrificerande humus.

Seven-year-old pine-plants, grown in humus at Bispgården School of Forestry. The large plant to the right in nitrifying humus, that to the left in non-nitrifying humus.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 30. Grenar av tallarna i fig. 29. Grenen till vänster från den stora, grenen till höger från den lilla tallen. Observera skillnaden i barrstorlek.

Branches of the pines in Fig. 29. The branch to the left from the large pine, that to the right from the small pine. Notice the difference in the size of the needles.

	Humus samlad under träden	Humus samlad på fält mellan träden
Salpeterkväve pr kg jord .....	24 mg	0,4 mg
Kväve i procent av jordens torrsvikt .....	0,43 %	0,2 %
Kväve i procent av jordens gödningsförlust (humus) .....	1,97 %	2,03 %

Det lider väl icke något tvivel om, att icke den rikligare salpeterbildningen i den humus, som samlats under träden, gynnat tallplantornas utveckling och varit den förnämsta orsaken till dessa tallplantors kraftiga utveckling och deras mörkgröna, långa och breda barr. Ehuru provet från de öppna fälten är rikt på kväve — humusen är t. o. m. kväverikare — ha dock tallplantorna i denna jord ett utseende av kvävehunger, kvävet är där mindre lätt tillgängligt. Försöket talar i hög grad för, att humuskvävets nitrifikation är av väsentlig betydelse för tallplantans kraftiga utveckling i ungdomen. Vad tallhedarna beträffar, kommer jag att i nästa uppsats ytterligare belysa denna sak, här vill jag anföra några observationer från andra skogstyper.

På norrländska kalhyggen, som anläggas i äldre granskogar med ett mer eller mindre starkt råhumustäcke, blir, som förut framhållits, den viktigaste hyggesväxten kruståteln (*Aira flexuosa*). Kvävet omföres ej till salpeter, nedbrytningen stannar vid bildningen av ammoniak. Då självföryngringen på dylika hyggen går synnerligen långsamt, bliva de vanligen kultiverade, numera ofta genom spettplantering av tvååriga tallplantor. Jämför man emellertid de tallplantor, som stå i *Aira flexuosa*-täcket, med sådana, som växa t. ex. på fläckar, där man bränt ris, finner man, att de senare vanligen äro högre och kraftigare samt ha vida mörkare och kraftigare barr än de förra. Plantornas kraftigare utseende på den svedda marken än på den osvedda har ofta framhållits i senare tid, t. ex. av FERD. LINDBERG (1915, sid. 19), TELL GRENANDER (1916, sid. 92). Man skulle möjligen vara frestad att tro, att detta vore en direkt följd av gödslingen av den vid svedningen bildade askan. Detta är emellertid ingalunda fallet.

Som jag förut har framhållit i denna uppsats, finns det ofta i granskogshyggena vissa partier, där kvävet nitrifieras, ehuru det för övrigt endast omsättes till ammoniak. Dylika platser finner man vanligen intill stubbar etc. Å kronoparken Svartberget, Degerfors revir, undersökte jag hösten 1916 några hyggen, utlagda i äldre granskog eller barrblandskog. Hyggena voro dels svedda, dels icke svedda. På de svedda hyggena växte *Epilobium angustifolium*, hallon, *Gnaphalium silvaticum*, *Rumex acetosella* m. fl. Hyggena voro fem à sex år gamla. I *Rumex acetosella*, hallon, *Epilobium* och *Luzula pilosa* kunde ännu påvisas nitrat, i marken försiggick sålunda ännu en livlig salpeterbildning (se närmare sid. 1041). På de

osvedda hyggena funnos vanligen endast ris och *Aira flexosa*. Tallplantorna på de svedda partierna voro kraftigare och högre samt hade längre och kraftigare barr än på de osvedda, dock med en del undantag. På de osvedda partierna funnos nämligen mera spritt förekommande plantor, som voro fullt lika kraftiga eller t. o. m. kraftigare och som hade samma friska, mörkgröna utseende som plantorna på de svedda partierna. Vid närmare undersökning visade det sig, att dessa plantor uteslutande förekomma på sådana fläckar, där man även kunde anträffa spridda exemplar av *Rumex acetosella*, *Rubus idæus*, *Epilobium angustifolium*, dessa plantor visade sig vid undersökning nitrathaltiga. De kraftiga, mörkgröna plantorna på de osvedda partierna växte sålunda på sådana fläckar, där humuskvävet ändock nitrifierades. Lagringsprov visade sedermera en livlig nitrifikationsförmåga hos marken (se tab. 13 nr 3). En orsak till humuskvävets nitrifikation var i detta fall kreaturstramp, varigenom humustäcket söndermulats och i någon mån blandats med mineraljorden. Just på dylika platser och invid några stubbar växte dessa salpeterplantor, och där funnos ock de vackra tallplantorna.

Det är lätt att finna även andra exempel, som visa betydelsen av humuskvävets nitrifikation för tallplantornas kraftiga utveckling. Belysande är i detta fall ett förut omnämnt hygge på Ansjö kronopark, där hyggesvegetationen i huvudsak utgöres av bärris och kruståtel (*Aira flexuosa*), men där man fläckvis träffar hallon och *Epilobium*, framförallt på de fläckar, där man bränt riset i högar. De plantor, som växa bland hallonen (sålunda bland nitratplantorna), äro kraftigare och ha mörkare, bredare barr än de, som växa i kruståtelstäcket (se sid. 1039). Observationerna i naturen bestyrka sålunda de förut experimentellt vunna resultaten angående betydelsen av humuskvävets nitrifikation, det gynnar tallplantornas kraftiga utveckling i ungdomen. Mina studier över tallhedarna ha ytterligt bestyrkt betydelsen av humuskvävets nitrifikation, men för dessa undersökningar kommer jag att redogöra i nästa avhandling.

Direkta observationer i naturen liksom också experimentella studier visa med all önskvärd tydlighet, att de humusformer, som bildas i våra mossrika barrskogar eller på våra tallhedar i Norrland bliva för de unga tallplantorna mest gynnsamma, när de på ett eller annat sätt överförts i ett nitrificerande, salpeterbildande stadium. Det är mest antagligt, att förklaringen härtill ligger i kvävetts större tillgänglighet, ehuru det väl också är möjligt, att andra näringsämnen i humustäcket bliva lättare åtkomliga för tallplantorna och bidra till det gynnsamma resultatet.

En ytterligare belysning av de unga barrträdsplantornas kväveproblem kan vinnas från plantskolorna. Man kan med fördel gödsla med salpeter, ehuru i små kvantiteter, men man använder vanligen torv, dyjord, kompostjord och dylikt, som väl inarbetas i plantskolejorden. En sådan behandling är, som det framgår av mina undersökningar, i hög grad ägnad att framkalla en livlig nitrifikation i marken. Jag har ännu ej ägnat åt plantskolejorden några mer ingående undersökningar, men en observation synes mig dock vara förtjänt att anföras. I en nyligen anlagd plantskola å Sösjö kronopark, som endast gödslats med spiselaska från en skogskoja och med den råhumus, som fanns på platsen före plantskolans anläggning, växte unga plantor av hallon, *Poa* sp., *Rumex acetosella*. Dessa liksom några unga plantor av *Eschscholtzia californica*, som kronojägaren sått ut i plantskolan, gåvo samtliga en kraftig nitratreaktion. Då denna plantskola, som ej behandlats på något särskilt sätt utan iordningstälts efter ett ganska enkelt recept, visade en så livlig salpeterbildning, är det väl troligt, att kvävet i våra plantskolor i regel tillföres de unga trädplantorna i form av nitrat.

Det förefinnes, som jag förut haft tillfälle att framhålla (HESSELMAN 1917, sid. 385), en betydande växtfysiologisk skillnad mellan en salpetergödsling, då en större mängd nitrat på en gång tillföres jorden, och den mera sakta flödande, men stadiga salpetertillförsel, som äger rum å en humusjord, som nitrifieras. Salpetern kan aldrig uppnå någon större koncentration, och jorden kan bibehålla sin sura reaktion, trots salpeters natur av att vara ett i fysiologiskt hänseende basiskt salt.

Om sålunda allting talar för att tallen är synnerligen tacksam för den mera svaga nitrattillförsel, som äger rum i en nitrificerbar humus, så har jag dock ej kunnat påvisa nitrat i unga, kraftiga, på nitrificerande torv växande tallplantor. Detta negativa utslag betyder dock mindre för vår uppfattning om tallplantans kväveproblem, många växter, som tydligt föredraga salpeterrik jord, upphopa ej nitrat i sina vävnader, utan förbruka den allt efter som den upptages. Som exempel härpå har jag förut omnämnt *Polygonum lapathifolium* (HESSELMAN 1917). Andra exempel kan man finna hos SCHIMPER (1890), isynnerhet hos unga trädplantor fann han ingen eller obetydlig salpeterhalt, ehuru plantorna förekommo på en mycket nitratrik kompostjord.

De observationer och undersökningar, för vilka jag i föreliggande avhandling hittills redogjort, föra till den slutsatsen, att det måste existera en viss olikhet mellan barrträdens förhållande till assimilerbara kväveföreningar på yngre och på äldre stadium. I yngre stadium äro de synnerligen tacksamma för en svag salpetertillförsel ur humus, på äldre stadium kunna de utvecklas synnerligen väl på en mark, där kvä-

vet är disponibelt antingen i form av ammoniak eller ock såsom organiska föreningar. Ett intressant exempel härpå lämna de meromnämnda Jönåkersbestånden. Ehuru det i dessa marker icke bildas någon salpeter, förefinnes dock mellan den där förefintliga humusformen och den i Norrland vanliga råhumusen en väsentlig skillnad, ej blott med hänsyn till mäktighet och struktur, utan sannolikt ock i kemiskt avseende. I Jönåkersbestånden framkallar ju redan en luckhuggning en nitratbildning, i Norrlands råhumusskogar räcker det ej med en kalhuggning. Visserligen äro de klimatiska olikheterna rätt så stora, men även en kemisk olikhet torde finnas. Det vore ju ej så märkvärdigt, om den humusform, som genom våra skogsföryngringsåtgärder lätt bringas att nitrifiera, även utgör en bättre kvävekälla för skogsträden än den mera svårnitrifierade råhumusen. Vari denna olikhet ligger, är för närvarande ej möjligt att med säkerhet uttala, möjligen vore den att söka i en livligare ammoniakbildning.

Det torde ock i detta sammanhang ytterligare förtjäna framhållas, att barrskogen lättare föryngras på en lätt nitrificerbar än på mera svårnitrificerbar humus, även när förhållandena äro sådana, att någon nitrifikation ej äger rum. Jag har förut påvisat, att lågor och annat vedavfall gynna salpeterbildningen i marken. När ljuset får fullt tillträde genom beståndets avverkning finna vi de nitratofila växterna just på dylika platser. Det torde dock vara mera tvivelaktigt, om en nitrifikation äger rum, medan beståndet ännu är slutet. Dock finna vi företrädesvis på lågorna och på multnande ris de i skuggan växande plantorna. Möjligen finna plantorna här ett lättare tillgängligt kväve, ehuru det kanske ej nitrifieras, så länge beståndet är slutet (se fig. 31).

Den skillnad, som jag här vill göra gällande mellan barrträdsplantor och mera utvuxna träd, kan ju förefalla ganska egendomlig, men det bör här ock framhållas, att den är mera kvantitativ. På nitrificerande mark uppnå samtliga träd sin högsta produktion, däribland även barrträden. Den unga barrträdsplantan kan liksom trädet tillgodogöra sig ammoniak eller andra kväveföreningar, men utvecklingen går då långsamt. På äldre stadium däremot betyder salpetern mindre, då många av våra produktivaste bestånd stå på mark utan nitrifikation. Emellertid torde man kunna tolka denna olikhet mellan yngre och äldre träd som en slags ekologisk tillpassning. Det mera slutna, äldre barrträdsbeståndet inverkar nämligen på marken i den riktningen, att nitrifikationen minskar eller upphör. Vid beståndets uppväxande nedsättes markens avdunstning starkt, vattenrörelsen kommer huvudsakligen att riktas nedåt, och humusbildningen kommer att försiggå i ett mera elektrolytfattigt medium (se HESSELMAN 1917), temperaturen blir lägre, allt detta hämmar eller



minskar salpeterbildningen. Granen så att säga skapar åt sig en mark, som är sur och som sålunda är ogynnsam för nitrifikation. Barrträdens förmåga att utnyttja andra kväveföreningar än salpeter blir sålunda en naturlig tillpassning till den mark, som de själva skapa. Annat är däremot förhållandet på de naturliga föryngringsplatserna. Där influeras



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. LAGERBERG.

Fig. 31. Barrblandskog. Granplantor omkring multnande trädstammar. Jämtland. Stuguns sn. Granmyran,  $\frac{4}{8}$  1911.

Mixed coniferous forest. Spruce plants round mouldering tree-stems.

icke markbildningen av barrträden, där försiggår ofta en livlig nitrifikation, isynnerhet är detta fallet på urskogens naturliga föryngringsplatser, brandfält och vindfällsluckor. Skulle icke barrträden på sådana platser kunna utnyttja den ofta rikliga salpeterbildningen, skulle de ju starkt ligga under i konkurrensen med andra växter. Där salpeterbildningen blir mycket livlig, så att vi få en mycket rik ört- och gräsvegetation, där bli

ju dock svårigheterna för barrskogens föryngring mycket stora. En måttligt livlig omsättning av humuskvävet till salpeterkväve blir sålunda den gynnsammaste för barrskogens föryngring.

Hittills har jag i främsta rummet talat om tallen, men även granen förhåller sig säkerligen i huvudsak på samma sätt. Granen tycks dock på äldre år vara mera tacksam för en salpetertillförsel. Våra mest produktiva granskogar — de örtrika — förekomma på mark med nitrifikation, ehuru man dock även på mark utan nitrifikation kan påträffa högproduktiva granbestånd. Från Danmarks ljunghedar (WEIS 1908, P. E. MÜLLER och HELMS 1913) har man åtskillig erfarenhet om nitrifikationens betydelse för granens utveckling. De kraftigast växande granarna träffas på de försöksparceller, där humuskvävet nitrifieras.

Emellertid anser jag ingalunda denna fråga om äldre och yngre plantors förhållande till kvävet fullt utredd. Det är ett problem av stort praktiskt och vetenskapligt intresse, som vore särdeles intressant att vidare bearbeta.

Det är möjligt, att lösningen kan erhållas genom en vidare behandling av mykorhizaproblemet. För närvarande råder på detta område de mest stridiga meningar, å ena sidan ha vi dem, som i mykorhizan se en anordning av största betydelse för barrträdens näring, å andra sidan finns det forskare, som i mykorhizan endast se en ofarlig parasitism. Det skulle föra mig för långt att ingå på en närmare redogörelse för de olika åsikterna och de skäl, som anföras för dem.

Emellertid måste man dock hålla fast vid, att humuskvävets nitrifikation ej är någon nödvändig förutsättning för barrskogens föryngring. Det är en gynnsam faktor. Annars skulle vi ej kunna förklara en del fenomen i våra barrskogars utveckling, t. ex. tallens så småningom skeende utveckling på de kalhuggna tallhedarna eller granens invandring i de mossrika tallskogarna. Men humuskvävets nitrifikation har ett så gynnsamt inflytande, är av en sådan betydelse, att en diskussion av våra skogsföryngringsåtgärder med denna synpunkt såsom den ledande må avsluta denna avhandling.

### KAP. XIII. **Diskussion av våra skogsföryngringsåtgärder med hänsyn till deras betydelse för humuskvävets nitrifikation och markens produktionsförmåga.**

Under vissa omständigheter kan kvävet alltför livliga omsättning till salpeter bliva en besvärlig omständighet för barrskogens föryngring. Detta är framför allt fallet på mycket bördiga marker, där även en mindre luckhuggning kan framkalla en frodig och för plantorna hinder-

lig markvegetation. Ett sådant fall illustreras i fig. 32. I den helt obetydliga luckan fins en rik växtlighet av hallon, nässlor, *Epilobium angustifolium* och maskrosor (*Taraxacum officinale*), sålunda idel nitratplantor. Genom att göra luckorna mycket små, kunna vi till en del hålla tillbaka denna för föryngringen ogynnsamma vegetationsutveckling. Att



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 32. Lucka i planterad granskog med lärk. Yppig vegetation av nitratofila växter, ss. *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioica*, *Rubus idæus*, *Taraxacum officinale*. Östergötland, Omberg. <sup>27</sup>/<sub>6</sub> 1916.

Small clearing in a planted spruce-forest with larch. Rich vegetation of nitratophilous plants.

ta bort orsaken till densamma, markens rika bakterieliv och den livliga omsättningen av dess kväveförråd, vore detsamma som att söka nedbringa markens produktionsförmåga. Dylika marker förekomma emellertid i vårt land endast i mindre utsträckning, huvudsakligen på kalkrik grund, sålunda inom våra silurområden och i de urbergstrakter, där moränen blivit kalkhaltig, genom att isen från annat håll ditfört kalkhaltiga

krossningsprodukter. De genom förekomsten av kalkhaltigt, lättvittrat material bördiga markerna inom Värmlands hyperitområden höra ock till denna typ (jfr fig. 1). Barrskogarna på dylik mark ha vanligen en mera örtrik markbetäckning och en mullartad humus, varför de i allmänhet höra till den typ, där en svag nitrifikation försiggår redan i den av beståndet beskuggade marken (se HESSELMAN 1917). Den uppmärksamme skogsmannen kan därför redan av beståndets markbetäckning sluta sig till hur marken kommer att förhålla sig vid ökat ljustillträde och kan med ledning härav vidtaga sina åtgärder. Små föryngringsytor och snabbt vidtagna åtgärder för sådd eller plantering kunna leda till målet. Dylika marker kunna ock, om yxan föres med försiktighet, föryngras genom självsådd. Även i nordligaste Sverige föryngrar sig granen på dylika marker i ganska små luckor (se fig. 33 och 28).

I svåra fall får man använda klimplantering av gran. Markens stora produktionsförmåga tillåter ju ock dyrare föryngringsåtgärder än i andra skogstyper. På grund av den jämförelsevis ringa utbredning som dylika marker äga, kan deras föryngring icke bli något dominerande problem inom svensk skogshushållning, ehuru rent lokalt svårigheterna mången gång kunna vara betydande nog och sätta skogsmannens skicklighet och vana på stora prov.

Frånse vi dessa, ofta särskilt bördiga marker, så är det ett viktigt problem för svensk skogshushållning att så sköta skogen, att man på föryngringsytorna åstadkommer en för barrträdsplantorna gynnsam omsättning av humuskvävet till salpeter. Detta problem är förknippat såväl med föryngringsytornas anläggning och behandling som med skogens föregående skötsel. Jag vill till en början uppehålla mig vid den sista av dessa tvenne frågor.

De för skogens naturliga föryngring gynnsammaste bestånden representeras av den typ, som vi träffa i mellersta Sverige. Jönåkers, Högsjö, Äs' och Alkvetterns skogar utgöra härpå exempel. Markbetäckningen utgöres i huvudsak av ett mosstäcke, råhumustäcket är ganska löst och luckert och av mycket måttlig mäktighet (se fig. 4). Bärri och ljung spela en alldeles underordnad roll för dess uppkomst. De egentliga humusbildarna utgöras av mossorna samt kvist- och barraffallet från träden. Redan en luckhuggning framkallar en livlig nitrifikation, ört och gräsvegetationen blir dock ej överdrivet frodig, utan tall- och granplantorna kunna jämförelsevis lätt gro, och såvida de komma i åtnjutande av tillräckligt ljus, utveckla de sig vidare (se fig. 5, 34 och 41).

Den motsatta typen representeras av sådana skogar, där råhumustäcket nått en mycket kraftig utveckling; detta är ofta fallet i Norrlands genomblådade granskogar. Under det friska mosstäcket ha vi där ett



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 33. Vacker granföryngring i mindre lucka i örtrik granskog. Lappland. Vilhelmina sn.  
Djupdal <sup>30</sup>/<sub>7</sub> 1915.

Fine regrowth of spruce in a small clearing in a herbulent spruce-forest.

mer eller mindre mäktigt tätt lager av halvmultnade mossrester, invävda med bärrisstammar och dylikt. Mossor och bärris utgöra här viktiga humusbildare. Släppes tillräckligt med ljus ned på marken i ett dylikt bestånd, utvecklas kruståteln (*Aira flexuosa*) och bildar snart en tät matta, som är föga mottaglig för groende barrträdsfrön. Humuskvävet överföres ej till salpeter, åtminstone ej i någon nämnvärd mängd, planterade plantor utvecklas avsevärt sämre än på platser, där humuskvävet nitrifieras.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av G. SCHOTTE.

Fig. 34. Föryngring i lucka, uppkommen genom nunneangrepp. Nitrificerande humus. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsallmänning. Maj 1909.

Regrowth in a small clearing, caused by nun-moth. Nitrifying humus.

De förut omnämnda, högproduktiva och från föryngringssynpunkt gynnsamma barrblandskogarna i mellersta Sverige utmärka sig för sin stora slutenhet, marken under beståndet är ganska jämnt beskuggad. Detta har utan tvivel ett särdeles gynnsamt inflytande på humustäcket, men om detta är den enda orsaken till dess hastiga och för föryngringen gynnsamma förvandling vid huggning i beståndet, vill jag tills vidare lämna därefter. Några analyser av markens mineraliska egenskaper ha ännu ej medhunnits. Markfloran i bestånden tyder emellertid ej på någon särskilt bördig skogsjord, i markbetäckningen träffas samma arter,

som i bestånden med stark råhumus, proportionen mellan arterna är emellertid en annan och växtresternas förmultning förlöper på ett annat sätt.

Vid utvecklingen av ett ogynnsamt råhumustäcke ha såväl klimatet och marken som ock beståndets behandling sin stora betydelse. Ju rårare och kallare klimatet är, dess lättare får humustäcket denna för skogen ogynnsamma karaktär, men behandlingen av beståndet spelar givetvis sin mycket stora roll. I de genomblådade gamla granskogarna, där ljustillträdet är starkare än i den verkligt slutna skogen, men där det är för svagt för att framkalla en mera livlig omsättning, där trivas särskilt bärrisen och bidraga kraftigt till en ogynnsam utveckling av humustäcket. Det torde väl knappast lida något tvivel om att den behandling, som vi förr av ekonomiska skäl måste underkasta våra gamla norrländska granskogar, då vi genom en s. k. ordnad timmerblädning togo ut de bästa och grövsta träden, varit skadlig ej blott för det kvarvarande beståndet, utan ock för markens beskaffenhet. I fig. 35 och 36 meddelas några bilder av dylika, ganska sorgliga gamla granskogsbestånd. Av klimatiska orsaker blir skogen gärna glesare i Norrland än i södra och mellersta Sverige, men vår skötsel har ock mången gång varit sådan, att den förvärrat det onda eller de nackdelar, som följa härmed. Men även där beståndet är så tätt, som det synes vara möjligt i Norrland, inträder vanligen icke efter huggning nitrifikation i marken, *Aira flexuosa* blir gärna den dominerande hyggesväxten. Men härutinnan märkas dock betydande gradationer. I de lägre belägna delarna av Norrland, d. v. s. närmare kusten, där klimatet är gynnsammast, visa hyggena en större grad av förvandling i humustäcket. Nitratofila plantor äro där ej så sällsynta, även om marken ej blivit bränd, t. ex. kring Björna i Ångermanland. Ju högre upp man kommer och desto rårare klimatet blir, dess mindre snabbt förvandlas råhumustäcket vid huggning, och dess långsammare och svårare försiggår i stort sett skogens föryngring. När man t. ex. i norra Ångermanland når upp till en höjd av c:a 400 m över havet, märker man tydligen en bestämd försämring av skogens föryngringsbetingelser, och på ännu större höjd kan man träffa stora, kala ytor, där ljustillgången synes vara fullt tillräcklig, men där föryngringen tydligen går alldeles oerhört långsamt (se t. ex. fig. 37). Här har man att göra ej blott med en direkt, utan ock med en indirekt, ofördelaktig inverkan av klimatet, nämligen dess inflytande på humustäckets beskaffenhet. Till denna typ höra rätt stora områden på c:a 400—500 m över havet i södra och mellersta Lappland, bevuxna med s. k. oväxtlig gran. Från denna i det stora hela riktiga bild av föryngrings- och markförhållandena i Norrland avvika de kalkrika markerna, som ännu i fjällens omedel-

bara närhet kunna få en så rik markvegetation på hyggena, att den blir en väsentlig svårighet för skogens förnyring, men där man dock, om



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 35. Gammal, 250-årig, genombläddad, delvis torkande granskog. Lycksele sn, Flakaträsk.  $\frac{7}{7}$  1911.

Old thinned spruce-forest, partly desiccating.

skogen behandlas försiktigt, kan framkalla en rätt så vacker naturlig förnyring.

I det stora hela blir råhumusbildningen svårare och mäktigare, ju





Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 36. Äldre, delvis avtorkande granskog. Lappland. Lycksele sn. Martiliden. Råhumus.  
8/7 1911.

Old spruce-forest partly desiccating. Raw humus.

äldre och glesare beståndet blir, och skulle utvecklingen alldeles ostört få fortgå, skulle den så småningom i tidernas lopp leda till ytterst glesa bestånd med starkt försvårad föryngring. Som bekant har elden ofta åstadkommit en radikal omvälvning i hela detta utvecklingsförlopp och



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 37. Fjällskog av gran. I förgrunden ett gammalt, för sol och vind öppet hygge, visande den långsamma förvandlingen av det torra virket. Ångermanland. Anundsjö sn. Norra Solbergs kronopark. 595 m. ö. h.  $\frac{9}{7}$  1914.

Alpine spruce-forest. In the foreground an old clearing, exposed to the sun and wind, showing the slow decay of the dry timber.

omfört marken i mera lätt föryngringsbart tillstånd. Som en produkt av eldens inverkan ha vi mångenstädes vidsträckta, vackra och välslutna ungskogsbestånd. Den viktigaste orsaken härtill vill jag, som förut framhållits, söka i den livliga salpeterbildning, som äger rum efter branden, och som gynnat plantornas kraftiga utveckling i ungdomen. Svedning



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av GUNNAR ANDERSSON.

Fig. 38. Gammalt, c:a 30-årigt brandfält med svag återväxt av tall. Härjedalen. Storsjö sn. Vid Ljungans utlopp  
ur Storsjön. <sup>13</sup>/<sub>8</sub> 1904.

Old burn, about thirty years old, with a slight regrowth of pine.

eller risbränning ha ock blivit förnygringsåtgärder, som av många skogsmän använts och rekommenderas, men som också av andra starkt fördömas. Innan jag går in på en diskussion av denna fråga, vill jag först erinra något om beskaffenheten av de bestånd, som uppkommit efter brand.

Elden har stundom gått allt för hårt fram över marken, så att såväl dess förnygrings- som dess produktionsförmåga blivit i hög grad



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av föf.

Fig. 39. Av skogseld härjad granskog. Lappland. Vilhelmina sn.  
Kronoparken Björnberget, 28/7 1915.

Spruce forest devastated by forest-fire.

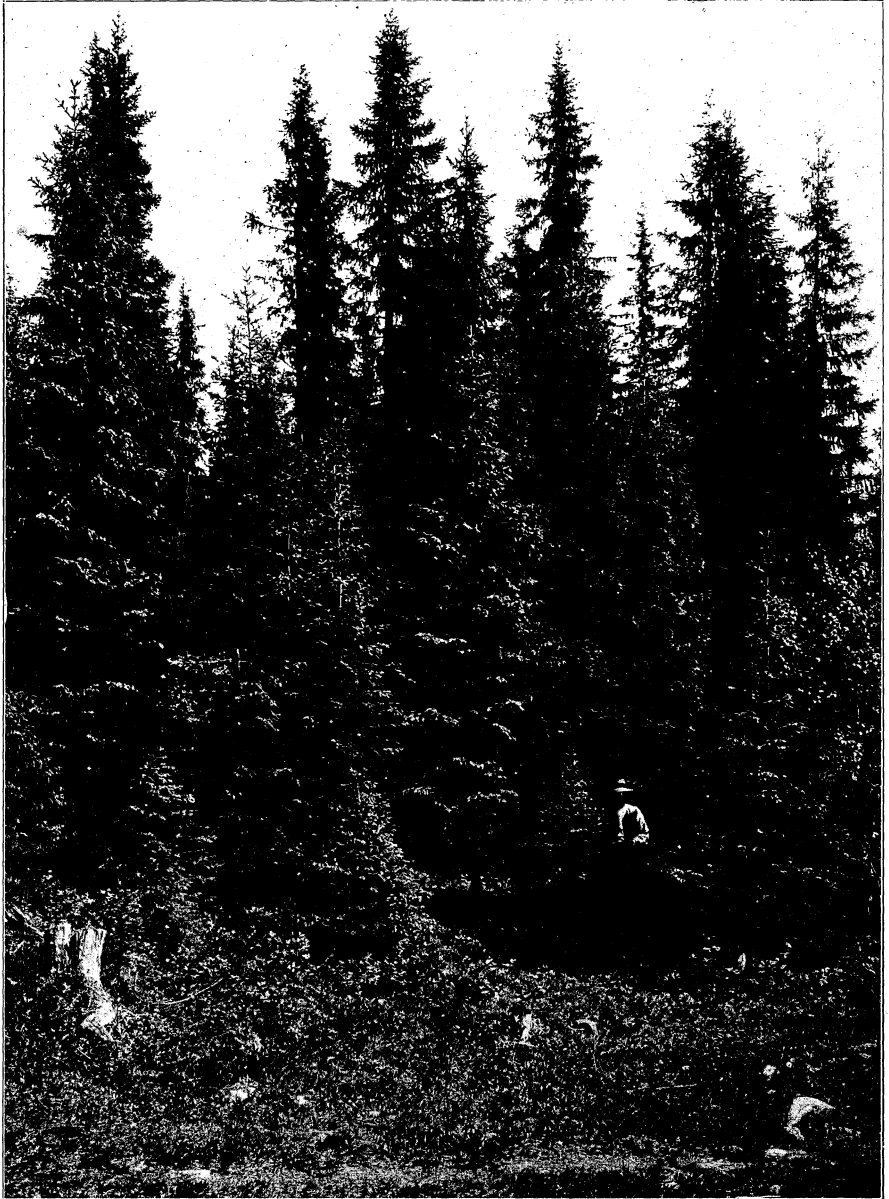
nedsatt. ALB. NILSSON (1895, sid. 9) talar om sådana, sedan långliga tider kala marker vid Sveg i Härjedalen och mellan Vintjärn och Voxna i Hälsingland. Utmed Gällivarebanan förekomma ock liknande marker, svårt härjade av eld. Det är av naturen torra moränmarker, rullstensåsar och sandmoar, som genom elden blivit förstörda. Ett av elden svårt härjat område avbildas i fig. 38, den återger brännans utseende c:a 30 år efter branden och visar, att tallförnygringen ännu är gles och otillfredsställande. Emellertid äro lyckligtvis dylika marker ej allt för vanliga.

De flesta författare framhålla den stora roll, som elden har spelat för tallen i dess kamp med granen. Granen är dels mera ömtålig, den dukar lättare under vid brand (se fig. 40), dels synas tallfröna lättare gro i den av elden övergångna marken. Där elden gått mycket hårt fram, så att humustäcket blivit i det närmaste förstört, där går utvecklingen långsamt och vanligen till tallhed (se t. ex. ALB. NILSSON 1895, sid. 9), men annars är det långt ifrån sällsynt att finna granen bilda den första barrträds-generationen på ett brandfält, vare sig björken gått före eller ej. Inom Jämtlands siluområde finner man ej sällan sådana alldeles rena granbestånd utan inblandning av björk, ett sådant är avbildat i fig 40; även på rågsvedjor kan den första skogs-generationen bli en ren granskog (se GUNNAR ANDERSSON och HENRIK HESSELMAN 1907, sid. 62), markbetäckningen i dessa bestånd utgöres av de vanliga skogsmossorna och bärrisen, stundom spela dock lavar en större roll än vanligt i markbetäckningen.

I Jämtland och i norra Ångermanland finnas ofta på de gamla brandfälten barrblandskogar av tall och gran, med större eller mindre inblandning av björk och asp, som vanligen kommit in på brandfälten något före barrträden. Ofta utmärka sig dessa skogar för en mycket hög växtlighet.

En liknande roll som skogseldarna har svedjebruket haft för våra skogar. Det är numera alldeles eller i det närmaste övergivet. En skildring av hur det utfördes finner man hos FERD. LINDBERG (1915, sid. 12—16). Skogarna på de gamla svedjefälten utmärka sig ofta för en mycket hög växtlighet, orsaken härtill torde väl delvis vara, att svedjorna oftare anlagts på goda marker, men svedjningen har också direkt haft sin roll. Jämför man nämligen med varandra skogsbestånd på samma slags mark, finner man ofta, att de som växa på de gamla svedjorna äro vackrare och växtligare än de, som förekomma på den osvedda marken. Ett annat exempel på eldens roll lämna de gamla kolfallshyggena; sedan skogen fällts det ena året, fingo träden ligga och torka till följande vår, då kolfallet påtändes, varvid kvistar och finare grenar brunno upp. Avsikten med bränningen var ock att på bekvämaste sättet få skogen kvistad (se FERD. LINDBERG 1915, sid 16). På de gamla kolfallen ha vi ock våra vackraste tallskogar i Norrland:

Svedningsbruket har väl hos oss så godt som alldeles övergivits, men i och för skogsföryngring har det dock åtminstone till mycken sen tid kommit till användning på Skagersholms kronopark i norra Västergötland (se G. SCHOTTE 1910, sid. 140—142). I Finland däremot har denna metod länge stått högt i kurs, när det gällt att föryngra skogarna, och särskilt var A. G. BLOMQVIST (1887), den mångårige direktören för det finska forstinstitutet i Evois, en varm vän av detsamma. I senare tid



Ur Skogsförsöksanst. saml.

Foto av T. LAGERBERG.

Fig. 40. Omkring 60-årig granskog, uppkommen efter brand. Jämtland. Gåxsjö sn.  
Yxskaftskålen  $27/6$  1912.

Spruce-forest, about sixty years old, that has sprung up after burning.

ha de i Vesijako kronopark genom svedjekultur uppdragna skogarna blivit föremål för en skoglig undersökning (VUORI 1913), som visade, att dessa bestånd utmärkte sig för en hög växtlighet.

När det i praktiken gäller den viktiga frågan om hur man skall behandla marken för att gynna skogens föryngring, så blir enligt den uppfattning, som jag här velat förfäkta, icke frågan om bränning eller icke bränning, utan frågan blir att sörja för en för barrträdsplantorna gynnsam, men icke allt för riklig omsättning av det i humustäcket organiskt bundna kvävet till salpetersyra.

I de förut omtalade, av mig undersökta skogarna i Jönåker, å Äs, Högsjö och Alkvettern sker en sådan omvandling vid ringa ingrepp med yxan, skogen föryngrar sig ock med lätthet. Det är, som förut framhållits, osäkert, om detta endast är en följd av beståndens föregående behandling eller om markens minerologiska beskaffenhet spelar en roll. Det vore emellertid av största intresse och vikt att få denna fråga utredd. Härmed sammanhänger ju spørgsmålet om ljushuggningarnas och de starka gallringarnas inflytande på marken och på skogens föryngringsmöjligheter, frågor av det allra största ekonomiska intresse, hvilkas grundliga teoretiska utredning skulle kunna ge diskussionen i flera skogliga spørgsmål en fastare ryggrad än hittills. Det är ock att hoppas, att Försöksanstalten måtte kunna ta upp denna fråga på sitt program. Även under dylika, för skogens föryngring gynnsamma förhållanden använder man kalhuggning utan eller med fröträäd, och stundom löpbrännas hyggea. Den sistnämnda åtgärden är med den uppfattning, jag här företräder, både onödig och även i viss mån skadlig. Visserligen vill det synas, som om även på dessa marker kvävet hastigare skulle nitrifieras, om man använder risbränning, men bränningen förorsakar ju alltid en del kväveförluster, vilka väl dock, om marken ej blir allt för hårt bränd, snart torde kunna ersättas. När det på den brända marken uppdragna beståndet vuxit upp, upphör all nitrifikation (se sid. 1050), och stundom får man det intrycket, att bestånden vid omkring 20 års ålder liksom sakta av i sin tillväxt. Den effekt, som man vinner genom bränningen, är ju alltid övergående och då samma sak kan vinnas endast genom ökat ljustillträde till marken, är ju svedningen onödig.

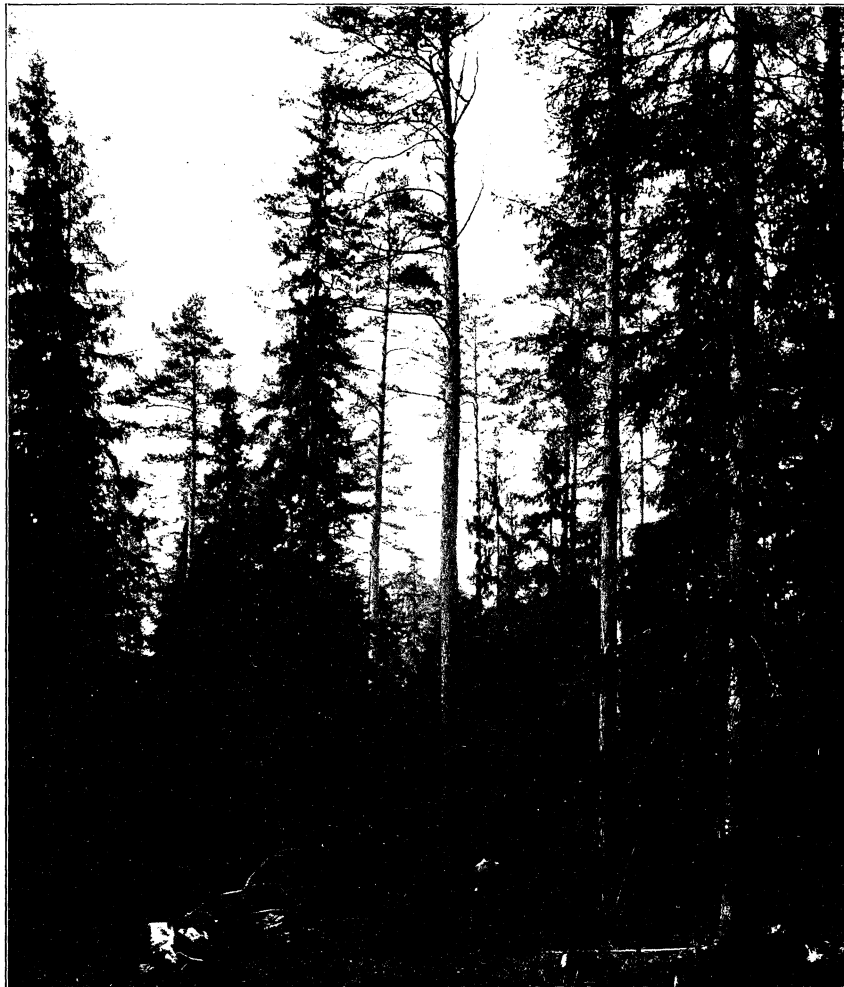
Det är emellertid ytterligt svårt att ge ett alldeles bestämt omdöme om en dylik försiktigt utförd avsvedning kan nedsätta markens produktionsförmåga. Sällan finner man nämligen tvänne bestånd på svedd och osvedd mark under sådana förhållanden, att man utan vidare kan jämföra dem med varandra. Med hänsyn till den fara, som alltid förefinnes för att marken skall bli för hårt bränd, och i betraktande av övriga risker vid svedningen, anser jag, att bränning är förkastlig på all

sådan mark, där humuskvävet ändock nitrifieras. Bränningen blir där en både kostsam och onödig åtgärd. För den praktiske skogsmannen blir det då fråga om att bedöma, om kvävet utan bränning omsättes på de marker, han har under sin vård och skötsel. Ett sätt att bedöma denna fråga är en undersökning av humustäcket i beståndet. Ju luckrare detta är, dess mer det bildas av mossor och barravfall, dess större äro utsikterna för att humuskvävet skall nitrifieras vid det genom huggning förorsakade ökade ljustillträdet. Markvegetationen lämnar honom ock en god och lätt användbar ledning. Uppenbara sig på hygget utan bränning sådana växter som hallon, *Epilobium angustifolium*, blinddån (*Galeopsis bifida*), *Senecio silvaticus*, maskrosor (*Taraxacum officinale*), *Arenaria trinervia*, smultron, bergssyra i mera ljusgröna former (*Rumex acetosella*) och dylika växter, då kan han vara säker på att humuskvävet omsättes i en för de unga plantornas utveckling gynnsam form. Med hänsyn till humustäckets omvandling är då en bränning eller svedning onödig och förkastlig. Faran med den omnämnda vegetationsutvecklingen ligger huvudsakligen däri, att den mången gång kan bli så kraftig, att den konkurrerar ihjäl de unga trädplantorna. Om en bränning av marker av den här avsedda beskaffenheten kan minska denna vegetationsutveckling, känner jag ej. Några i det avseendet fullt belysande fall har jag ej sett, dock torde man ha skäl att anse, att bränningen mången gång rent av kan öka det obehag, som en stark hyggesvegetation gärna medför.

Marker av den godartade typ, som jag nu beskrivit, ägna sig, när det gäller föryngring, väl för blädning. Det är väl otvivelaktigt, att blädningsbruket först kom till utveckling på sådana marker, där redan en luckhuggning framkallar en för plantornas groning och första utveckling gynnsam förvandling av humustäcket. I södra Tyskland och i Frankrike, det rationella blädningsbrukets egentliga hemtrakter, har skogsmarken vanligen denna gynnsamma beskaffenhet, råhumusbildningar äro i dessa skogar med blandning av löv och barrträd sällsynta. Läser man igenom en skildring från de egentliga blädningsskogarna i dessa trakter, finner man, att markerna av allt att döma måste höra till den typ, där luckhuggning framkallar eller ökar nitrifikationen i marken. Visserligen äro redogörelselerna för markens beskaffenhet långt ifrån tillfredsställande, men av den rikedom på ädla lövträd, som vanligen finnes i dessa skogar, kan man så att säga indirekt sluta sig till humustäckets godartade beskaffenhet (se t. ex. ENGLER 1905). Min egen erfarenhet om dessa skogar går ock i denna riktning. Det torde väl ej heller vara någon tillfällighet, att den som hos oss kanske ifrigast verkat för blädningsbrukets införande och utveckling, nämligen UNO WALLMO (1897), just arbetat



med sådana skogar, där en luckhuggning framkallar humuskvävet's nitrifikation (se fig. 41). Jag vill ej här närmare diskutera blädningen ur ekonomisk synpunkt, det skulle föra för långt utom ämnet för denna av-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 41. Lucka i barrblandskog med granföryngring. Södermanland. Julita sn. Äs.  
5/7 1916.

Small clearing in mixed coniferous forest with regrowth of spruce.

handling, men en stor förtjänst har detta skogsbrukssätt, nämligen att marken bevaras i sin produktionskraft, såvida den är av sådan beskaffenhet, att blädningen framkallar en föryngring, vilket vanligtvis är liktydigt

med att blädningen framkallar en nitrifikation. På marker, där detta äger rum, försiggår föryngringen i luckorna ganska snabbt. Även sådana skogsmän, som anse blädningsbruket ur ekonomisk synpunkt mindre fördelaktigt, erkänna dess förmåga att gynna föryngringen (se t. ex. ADOLF WELANDER 1910).

En senare utvecklingsform av blädningsbruket representerar den av A. WAGNER (1912) utbildade kantblädningmetoden. Föryngringsresultatet beror även härvidlag på markens beskaffenhet. Den skildring han ger av humustäckets förvandling vid kantblädningen (1912, sid. 56—58) talar för en inträdande nitrifikation, en sak, som är ytterst sannolik med hänsyn till dessa skogars beskaffenhet. På hans fotografier av mycket vackra föryngringar kan man ock se nitratofila växter bland trädplantorna (1912, sid. 89). Där humustäcket har en mindre gynnsam beskaffenhet, företages ock markberedning för att gynna föryngringen (1912, sid. 114—115). I detta sammanhang är det av ett stort intresse att finna, att där kantblädningmetoden mera omedvetet tillämpats i vårt land, men lämnat mycket vackra föryngringsresultat, nämligen vid Lanfors under Alkvettern i Värmland, där framkallar en sådan avverkning en nitrifikation i humustäcket (se 940). Med spänt intresse kan man avvakta resultatet av den av skogsavdelningen där utlagda försöksytan (se G. SCHOTTE 1915, sid. 768—769).

På ett helt annat sätt gestalta sig frågorna om markens behandling, när humustäcket är mera starkt råhumusartat, så att humuskvävets nitrifikation stöter på större svårigheter. En ledning för bedömning av humustäckets omsättning kan man då återigen finna i markfloran. Där mossorna och bärrisen trots rikligt ljustillträde ej vissna eller där marken överdrages av en tät krustätelmatta, där finnes ock i regel ingen salpeterbildning. Den i ytan torra mossmattan och den täta fäll, som bildas av krustäteln (*Aira flexuosa*), bilda för fröna en olämplig grobädd, den naturliga föryngringen är starkt försvårad. Även de planterade plantor, som utvecklas på ett sådant hygge, växa avgjort sämre än där humuskvävet nitrifieras, såvida de ej ha att kämpa med en mycket kraftig hyggesvegetation, i vilket fall motsatsen kan inträffa.

Man torde med all rätt kunna säga, att den med så stor iver i senare tid hos oss debatterade föryngringsfrågan huvudsakligen avser marker av den sistnämnda beskaffenheten. Hur dylika marker lämpligen skola behandlas, därom rör sig i främsta rummet striden. Av alla de undersökningar, för vilka jag förut redogjort, framgå vikten och betydelsen av humuskvävets nitrifikation. Alla sedan gammalt kända metoder för att befördra föryngringen, t. ex. markberedning, bränning, stubbrytning etc., framkalla en nitrifikation av det i humustäcket samlade



Ur Skogsforskningsanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 42. Undertryckta granar, som efter avverkning börjat skjuta långa skott. Ångermanland. Bjurholms sn. Högliden.  $\frac{5}{7}$ , 1911.

Repressed spruces, which after felling of the old forest have begun to put forth long shoots.

kvävet. De barrträdsplantor, som utvecklas på dylika platser, visa ock genom kraftigare, mörkare barr och kraftigare tillväxt, att de förmå tillgodogöra sig salpeterkvävet.

Innan jag ingår på en diskussion av behandlingen av dessa marker, torde det böra erinras därom, att salpeterbildningen ej är någon absolut nödvändig faktor; föryngringen kan försiggå ändå,



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. LAGERBERG.

Fig. 43. Marbuskar av gran, som efter avverkning börjat skjuta kraftiga årsskott. Ångermanland. Hemsö sn. Sanna. <sup>25</sup>/<sub>7</sub> 1911.

Stunted spruce-plants, which after felling of the old forest have begun to put forth strong shoots.

men går då väsentligen långsammare, och de plantor, som komma till utveckling, bliva till en början väsentligt svagare, än om humuskvävet nitrifieras.

Vilka åtgärder, som böra vidtagas, bero såväl av markens som av hyggets beskaffenhet. I många av de norrländska, mer eller mindre genomblådade granskogarna finner man under beståndet ganska talrika granplantor, som lyckats gro i granskogens halvsugga och där fört ett tynande liv. När skogen avverkas och ljuset får tillträde, börja dessa

skjuta fart, och om de förekomma tillräckligt tätt, kunna de förr eller senare bilda ett bestånd (se fig. 42). Dessa granplantors utveckling sammanhänger dock med humustäckets förvandling, en livligare omsättning måste inträda. Ännu har jag ej undersökt saken i detalj, men av mina observationer synes framgå, att det ej fordras, att humuskvävet nitrifieras, ehuru utvecklingen på de marker, där detta äger rum, går hastigare än annorstädes. Där man på hygget har särdeles gott om dylika plantor och



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 44. Vällyckad tallplantering i mindre lucka i gammal granskog. Nitratofil hyggesvegetation. Lappland. Lycksele sn. Vänjaurträskliden. 8/7 1911.

Successful pine-plantation in a small clearing in an old spruce-forest. Nitratophilous vegetation.

där humustäckets snart omsättes, där har man ock all anledning att ta vara på vad naturen bjuder och låta dessa granar ingå i eller bilda det nya beståndet (se fig. 43). Svårigheterna ligga huvudsakligen i att få ett sådant bestånd fullt slutet; att genom hjälpplantering fylla ut förefintliga luckor är emellertid en sak, som bör försökas. Om man härutinnan lyckas, beror mest på markens beskaffenhet och framförallt på kvävet's omsättning. Där humuskvävet nitrifieras, äro utsikterna störst, ty där kan man även i relativt små luckor draga upp tall (se fig. 44).

I senare tid har man, i synnerhet efter HOLMGRENS inlägg i frågan,

övergått till kalhuggning utan risbränning eller svedning och plantering av oomskolade ett- eller tvååriga tallplantor. Dessa planteringar ha lämnat ett ganska växlande resultat, men även där man lyckats, är det väl tvivel om man kan anse metoden fullt tillfredsställande. På hyggena med kruståtel bli de planterade plantorna ej så kraftiga, som där man framkallat humuskvävets nitrifikation och på självsådd är ej mycket att räkna, då kruståtelsfilten utgör en olämplig grobädd för barrträdsfröet. Skall man endast lita till kulturen, blir beståndet väl glest, och man har vid de sjukdomar, för vilka i synnerhet talen är utsatt, att lita till ett allt för litet antal plantor i reserv. Jag tror därför knappast, att denna metod i längden skall visa sig tillfredsställa de anspråk på föryngring, som man bör uppställa. Den blir dyr i förhållande till effektiviteten, och den lämnar allt för litet rum för den naturliga föryngringen. Hyggesbehandlingen bör så mycket som möjligt gå ut på att framkalla sådana förändringar i humustäcket, som samtidigt kraftigt nära de sådda eller planterade plantorna och befodra den naturliga föryngringen.

I det på marken kvarliggande riset har man ej sällan ett medel att framkalla kvävet nitrifikation. I skogarna under Garpenberg finner man, som förut omtalats, att kruståteln (*Aira flexuosa*) ofta blir den förhärskande växten på hyggena, men att nitratofila växter infinna sig i ris- högarna. Riset blir emellertid där ofta lagrat i sådana högar, att all naturlig föryngring omöjliggöres, men där riset ej är allt för rikligt, torde dess jämna och likformiga utbredning över hygget mången gång kunna befodra ej blott de sådda eller planterade plantornas utveckling, utan ock den naturliga föryngringen. I Schwarzwald i Tyskland användas grenar av silvergran på samma sätt för att befodra humustäckets omsättning och den naturliga föryngringen (se WAGNER 1912, sid. 111). Det synes mig emellertid av gjorda observationer, som om detta medel skulle vara mindre effektivt i övre Norrland än längre söder ut, då i Norrland, i synnerhet dess övre delar, riset multnar avsevärt mycket långsammare än i de klimatiskt mera gynnade delarna av landet. Det utbredda riset kan ju också stundom ha en annan betydelse, nämligen att motverka betes-creaturens skadliga trampande och därigenom skydda de plantor, som redan finnas.

Ett annat medel att befodra humuskvävets omsättning är markberedningar. Dessa ha nog hittills fått allt för liten plats i vår skogshushållning, ehuru intresse för densamma finns på många håll. Som bekant finnas markberedningsredskap av olika typer, t. ex. finnplögen, WIDÉNS kulturplog, här är ej platsen att ingå på en beskrivning av desamma. Det skulle säkerligen lända landets skogsvård till gagn, om redan förefintliga

typer underkastades en sakkunnig granskning med hänsyn till deras prestationsförmåga på olika slags marker. Ett viktigt villkor synes mig vara, att mineraljord och humus så vitt möjligt blandas om varandra, möjligheterna för humustäckets gynnsamma omsättning bli härigenom större. I Tyskland (MÖLLER, 1908) har man gjort försök angående olika metoder att inblanda humus med mineraljorden. Det mest effektiva har visat sig vara en omblandning utförd med hacka och spade. Där har den naturliga föryngringen bäst slagit till, och där träffar man de kraftigaste plantorna. De av GRINNDAL i Södermanland utförda markberedningsförsöken visa ock, att man i vårt land genom en markberedning med finnplog kan erhålla synnerligen vackra resultat, föryngringen av tall under den täta fröträdsställningen var utomordentligt vacker, endast där krustäteln (*Aira flexuosa*) fått överhand sänkades planter (se fig. 15 och detaljbeskr. sid. 1044). Genom en markbearbetning framkallar man visserligen en utveckling av gräs och örter, men dessa synas vara föga hinderliga för plantornas utveckling. Under ett överskärmande bestånd nå de i alla händelser icke någon vidare frodighet.

Ett annat sätt att åstadkomma en för föryngring gynnsam markberedning har man i stubbrytningen. Denna torde med den ökade efterfrågan på ved, som världskriget medfört och som väl efter fredsslutet en längre tid kommer att bli bestående, komma att spela en vida större roll i vår skogsskötsels ekonomi än förut. Även rätt svårartad råhumus kan genom stubbrytningen bringas i livlig omsättning, och att den gynnar föryngringen, känner man sedan gammalt.

Där råhumustäckets med mossor och bärris är synnerligen mäktigt, brukar man på somliga ställen i Tyskland avflå moss- och ristäckets, så att själva humuslagret blottas. Jag har sett metoden utförd i större skala i Schwarzwald i förening med användning av den WAGNERSKA kantblädningen. Tallen föryngrade sig med lätthet och i stort antal på den blottade marken, silvergran och bok inplanterades i gropar, där man använde starkt kalkblandad fylljord. Man ville på detta sätt dra upp ett blandbestånd, som skulle hålla marken i bättre tillstånd och motverka den i Schwarzwalds högre belägna delar besvärliga råhumusbildningen. Metoden ställde sig där synnerligen ekonomisk. Bärriaset och mossorna utgjorde ett av traktens befolkning högt uppskattat strö till stallar och ladugårdar. Det betalades ända till 200 mark per hektar för rättigheten till dess insamlande. Jag kan ej erinra mig, om på dessa föryngringsfält uppträdde några nitratofila växter, min uppmärksamhet var då ej så starkt fäst på vikten att iakttaga dessas uppträdande. Jag vågar sålunda ej yttra mig om denna behandling av humustäckets kunde medföra humuskvävet nitrifikation, men det är ingalunda omöjligt. Kalkningen i planteringsgroparna medför

i alla händelser en livlig nitrifikation. Mången vill kanske betrakta det som ett slöseri att från marken borttaga moss- och ristäcket och är av den åsikten, att man härigenom skulle minska markens näringskapital. Man måste emellertid skilja på en för marken nyttig och en för densamma skadlig markbetäckning. Är den av det senare slaget, och dit hör otvivelaktigt en dylik råhumusalstrande betäckning av bärris och mossor, kan dess avlägsnande endast bidra att sätta marken i bättre, sundare skick. Den förlust i näringskapital, som mossornas och risens bortförande kan förorsaka, motväges väl av att marken försättes i ett bättre tillstånd.

Med skildringen av denna metod komma vi lätt in på det hos oss mest använda sättet för skogarnas förnyring, nämligen hyggenas svedjande. Som det torde framgå av denna framställning, är jag ingalunda någon fiende till bränning, jag hyser tvärtom den uppfattningen, att elden haft en stor betydelse att hålla tillbaka den råhumusbildning, som lätt äger rum i vårt klimat och som framför allt blir kraftig i äldre, mera glesa bestånd. Men då elden icke endast har gjort nytta, utan ock mången gång stor skada bör löpsvedningen användas med mycket stor urskiljning. Den har sin plats, endast där råhumustäcket är mycket kraftigt, så att en förnygringshuggning eller läggandet av ett kalhygge ej är tillräckligt för att omföra det samma till en verkligt godartad humus, d. v. s. en nitrificerande humus. Där hyggesvegetationen enbart eller så gott som övervägande kommer att utgöras av bärris eller en tät matta av kruståtel (*Aira flexuosa*), där har antingen en kraftig markberedning eller en svag löpsvedning sin plats. Av de invändningar, som man kan göra mot eldens användning, synas mig de viktigaste och mest bärande vara av praktisk natur. Det är svårigheten att begränsa elden, faran för att den antänder närgränsande bestånd, att på hygget redan förefintliga plantor finnas etc. Den risk, som man vill anse förefinnas för markens försämrande, är däremot mindre. Det gäller ju att bränna på våren, medan marken ännu är så fuktig, att humustäcket ej tar någon större skada, utan endast mossorna och bärrisen brännas upp. Visserligen medför bränningen en del kväveförluster, men förlusten betyder mindre, då råhumustäckets kväve är svårtillgängligt. Det kväve, som finns i det efter bränningen återstående humuslagret, är däremot lättillgängligt, icke minst för trädplantorna. Det förlorade kvävet torde ock, om marken ej brunnit för hårt, snart nog kunna ersättas. I marken leva kväveassimilerande organismer, och det är mycket möjligt, att dessas liksom andra bakteriers verksamhet stimuleras efter branden. Även en annan risk förefinnes dock. Bränner man mycket hårt, blir marken mera kompakt och tät än förut, de översta markskikten förändra något sin struk-



tur. Jag har ej studerat saken närmare, men fenomenet kunde möjligen förklaras genom den inverkan, de vid bränningen alstrade alkalierna utöva på marken. Alkalier pläga förstöra markens klumpstruktur, soda-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 45. Björkblandad tallskog, uppkommen efter brand, Norrbotten. Piteå sn. Fagerheden.  $\frac{22}{8}$  1906.

Pine-forest mixed with birches, which has grown up after a forest fire.

jordarna på den ungerska steppen (pusstan) utmärkas av en mycket tät lagring, marken är således kompakt. Man sätter denna struktur i samband med markens stora halt av alkalier (soda).

I ett annat avseende har elden däremot ofta haft ett markförbättrande

inflytande, den gynnar invandringen av björk och andra lövträd, och dessas bladavfall bidraga i hög grad till ett gott tillstånd i humustäcket. Där blad av björk eller asp inmängas bland barravfallet och risen, har humusen en vida luckrare och gynnsammare struktur än där de saknas (se fig. 45 och 46). Visserligen kunna asp och björk komma in så rikligt, att de hindra de mer värdefulla barrträdens utveckling, men genom att sörja för tillgång på fröträd av tall och gran och genom att i hyg-



Ur Skogsförsöksanstaltens samml.

Foto af förf.

Fig. 46. Föryngring av tall å ett brandfält. I förgrunden sälgar (*Salix caprea*), avgnagda av älg. Norrbotten. Hedårtad mark. Jockmocks sn. nära Harsprånget. <sup>25</sup>/<sub>8</sub> 1904.

Regrowth of pine on a burnt area. In the foreground willows (*Salix caprea*), gnawed by elks.

gets närmaste omgivning hålla björk och asp inom rimliga gränser, torde man kunna undvika denna svårighet. Svedning eller bränning har i alla händelser så stor betydelse och är ett jämförelsevis så billigt medel att gynna föryngringen på svåröryngrade, med stark råhumus betäckta marker, att man utan förutfattade meningar måste diskutera och undersöka dess användbarhet. Med de marker, det här gäller, har man, om man vill sörja för en tät och livskraftig föryngring där även självsådden kan göra sig gällande, endast två saker att välja på, kraftiga, ordentliga markberedningar, som bringa det

sega råhumustäcket till en ordentlig omsättning, eller ock bränning. Planteringar bli på dylika marker knappast effektiva, och de unga tallplantorna utvecklas ej så väl, som där humuskvävet bringas till nitrifikation (fig. 47).

Som en viktig orsak till att kulturerna i Norrland ofta misslyckats har man under senare åren framhållit den omständigheten, att vårarna där



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 47. Tallkultur å svett kulturfält, Ångermanland. Hellsund vid Hellvattnet.  $\frac{29}{6}$  1911.

Pine-culture on land burnt for pine-cultivation.

äro jämförelsevis torra (se t. ex. HOLMGREN 1911). De vackra för-  
yngningar, som vi vanligen finna på marker, som befinna sig i ett för-  
föryngringen gynnsamt tillstånd, synas mig dock vittna om att denna  
faktor ej kan spela någon avgörande roll. Mindre väl utfört arbete,  
val av olämpligt frö samt icke minst ett för plantan ogynnsamt mark-  
tillstånd ha säkerligen en vida större andel i misslyckandet. Norrlands  
klimat torde dock ha en mera indirekt betydelse, nämligen därutinnan,  
att det gynnar uppkomsten av råhumus.

Med de synpunkter, som jag i denna studie sökt framlägga på för-  
yngningsproblemet, blir således frågan om de åtgärder, som böra vid-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 48. Tallkultur å svedd mark, Detaljbeskrivning sid. 1049. Västerbotten, Degerfors sn, Krpk Svartberget  $\frac{3}{9}$  1916.

Pine-culture on land burnt for pine-cultivation. Full description on p. 1049.

tagas med marken för att befördra föryngringen, i det allra närmaste förknippade med markens tillstånd och dess sätt att reagera för ökat ljustillträde. I de jämförande studier, som hittills gjorts över denna fråga, har man ej tillräckligt noggrant skilt på marker av olika slag, varför betydelsen av olika markberedningsåtgärder ej tillräckligt tydligt kunnat framgå. Det skulle säkerligen vara en ganska intressant uppgift att med ledning av här vunna synpunkter granska resultaten av våra kulturförsök, framförallt i Norrland. En sådan undersökning skulle ej minst ur direkt praktisk synpunkt vara av stort värde. Jag hoppas att inom den närmaste framtiden kunna företaga en dylik studieresa, varför jag snart torde få återkomma till de här diskuterade problemen.

Till slut torde det vara lämpligt att göra en helt kort sammanfattning av dessa studiers viktigaste resultat. Jag inskränker mig härvidlag till våra barrskogar.

I det humustäcke, som utbildas i våra mossrika barrskogar, sker ingen eller ock obetydlig nitrifikation eller salpeterbildning. Det organiskt bundna kvävet omföres ej längre än till ammoniak. Detta gäller även våra vackraste och mest produktiva barrblandbestånd.

Huggningar, som åstadkomma ett starkare ljustillträde, ha ett starkt inflytande på kvävet omsättning.

Där humustäcket är mera tunt och luckert, huvudsakligen bildat av mossor och barravfall, kan huggningen medföra en mycket livlig omsättning av humuskvävet till salpeterkväve, beroende bl. a. på att huggningen medför en radikal förändring i humustäckets bakterieflora.

Där humustäcket är mera starkt råhumusartat, inträder endast en livligare omsättning av humuskvävet, men någon nitrifikation inträder ej.

Arten av de förändringar, som humustäcket undergår, kan till en del bedömas av markvegetation. Där humuskvävet omföres till salpeterkväve, uppenbara sig nitratofila växter, hallon, *Epilobium angustifolium*, *Arenaria trinervia*, *Galeopsis bifida*, *Senecio silvaticus*, *Rumex acetosella* m. fl. Där humustäcket multnar, utan att humuskvävet omföres till salpeterkväve, blir kruståteln (*Aira flexuosa*) den dominerande hyggesväxten.

Kraftiga markberedningar, som förmå omblanda humustäcket med mineraljorden, multnande ris och virke, samt markens avsvedning framkalla en salpeterbildning även i ett starkt råhumustäcke.

Det förefinnes en nära parallelism mellan humuskvävets

nitrifikation och markens föryngringsmöjligheter. De skogar, där redan en luckhuggning framkallar en nitrifikation, äro jämförelsevis lättföryngrade. Vägkanter, platser, där man brutit stubbar, och brandfält utmärka sig ofta för en vacker föryngring, där nitrifieras ock humuskvävet. Lågor och annat ris gynna salpeterbildningen och föryngringen. Å andra sidan äro råhumusmarker utan nitrifikation svårföryngrade.

Anställda försök och direkta iakttagelser i naturen visa, att tallen i ungdomen utvecklar sig kraftigare i ett humustäcke med än utan nitrifikation. Sannolikt gäller detsamma också granen.

I örtrika granskogar förefinnes vanligen en nitrifikation i marken. En huggning medför i dessa en ökad salpeterbildning, som kan framkalla en för barrträdsplantorna besvärlig ört- och gräsvegetation. På dylika platser föryngras emellertid granen i smärre luckor, som ej tillåta någon kraftigare utveckling av markvegetationen. I dylika skogar gäller det ofta att hålla hyggesvegetationen tillbaka, som annars lätt kan konkurrera ihjäl trädplantorna.

Det sätt, varpå vi inverka på humuskvävets omsättning, bör vara den ledande synpunkten vid utförandet av våra föryngringsåtgärder.

# DETALJUNDERSÖKNINGAR.

STÅNDORTSANTECKNINGAR. NITRATUNDERSÖKNINGAR.

---





## I. Örtrika barrskogar.

1. **Hyggesvegetation i örtrik granskog.** Ångermanland. Tåsjo sn. Tåsjöberget.

Genom blädning starkt utglesad granskog med rikt utvecklad hyggesvegetation. Marken sluttande och fuktad av genomrinnande vatten (se vidare fig. 3). Undersökt <sup>24</sup>/<sub>7</sub> 1915.

## Ståndortsanteckning.

Buskar:

*Salix nigricans* str.

*Rubus idæus* r.

Ris endast vid trädbaserna och på torrare fläckar.

*Myrtillus nigra* flv. r.

*Pyrola minor* spr.

Gräs och örter y.

Ymnig:

*Aconitum septentrionale* näst. y.

Rikliga:

*Oxalis acetosella* r.

*Epilobium angustifolium* str.-r.

*Polypodium dryopteris* r.

*Geranium silvaticum*, str.-r.

*Viola biflora* r.

Strödda:

*Alchemilla vulgaris*

*Majanthemum bifolium*

*Anemone nemorosa*

*Rumex arifolius*

*Spiræa ulmaria*

Spridda:

*Calamagrostis* sp.

*Poa sudetica*

*Crepis paludosa*

*Ranunculus acris*

*Equisetum silvaticum*

*Solidago virgaurea*

*Geum rivale*

*Stellaria nemorum*

*Milium effusum*

*Urtica dioica*

*Myosotis alpestris*

*Trientalis europæa*.

Enstaka:

*Epilobium alsinefolium*

*Melandrium silvestre*

Marken huvudsakligen betäckt med multnande blad, här och där ett tunt överdrag av *Astrophyllum*-arter och andra skogsmossor.

## Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

*Geum rivale*, *Rubus idæus* (flertalet individ), *Melandrium silvestre*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioica*.

Svag reaktion:

*Aconitum septentrionale* (några ind.), *Epilobium angustifolium* (en del individ).

Ingen reaktion:

*Epilobium alsinefolium*, *Poa sudetica*, *Solidago virgaurea* samt flera ind. av *Aconitum* och *Epilobium angustifolium*.

## II. Mossrika barrskogar med vid huggning inträdande nitrifikation i marken.

1. **Kalhyggen av olika åldrar.** Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsallmänning. Bestånd och hyggen nära Villkärstugan utmed vägen till Virå bruk.

Marken utgöres av rullstensgrus. Hyggerna lagda i en följd efter varandra i sluttning mot sydväst. Marken mycket likformig liksom också marktäckningen inom det kvarvarande beståndet, som sannolikt haft samma beskaffenhet över hela sluttningen.

Undersökningar utförda maj 1915, maj och okt. 1916.

**Beståndet.** Vackert, väl slutet barrblandbestånd av omkring 20 år av övervägande gran med insprängd tall.

Ris mycket sparsamma. Spridda smärre exemplar av lingon och blåbär.

Gräs: spridda exemplar av *Luzula pilosa*.

Mosstäcke. Ett löst, icke vidare mäktigt täcke av *Hylocomium parietinum* med insprängd *Hylocomium proliferum*. Mosstäcket ligger helt löst på marken, kan lätt upplyftas, under detsamma en mörk, ganska lucker humus något blandad med sand och av utpräglad sur reaktion (se vidare fig. ).

### Undersökning av växternas nitrathalt.

Ingen reaktion:

*Luzula pilosa*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning. Ammoniakavspaltningförmågan täml. stor, likaså denitrifikationsförmågan (se närmare tab. 8 nr 5).

**Lagringsprov.** Jordprov bilda vid lagring endast försvinnande små mängder salpeterkväve.

### Kalhygge från vintern 1915—1916.

Undersökning  $29/5$  1916.

På kalhygget kvarligger ännu pappersved. Inga nytillkomna växter.

**Lagringsprov.** Jordprov bilda vid lagring endast minimala mängder salpeterkväve (se tab. 11 nr 1).

Samma kalhygge, undersökt  $8/10$  1916. Spridda plantor av *Epilobium angustifolium* och *Rubus idæus* ge vid undersökning skarp nitratreaktion.

**Kalhygge från vintern 1914—1915.**

Undersökning  $29/5$  1916.

Hygget iordningställt, allt virke bortkört, riset bränt i högar 1916. Kultur verkställd under våren 1916 (rutsådd av tall). Hyggesvegetationen har börjat utveckla sig.

**Vegetation.** *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida* i spridda fläckar. Spridda exemplar av *Cerastium vulgatum*, *Luzula pilosa*, *Senecio silvaticus*, *Solidago virgaurea*, *Taraxacum officinale*, *Veronica officinalis*.

**Undersökning av växternas nitrathalt:**

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Solidago virgaurea*.

Tydlig reaktion:

*Taraxacum officinale*.

Ingen reaktion:

*Cerastium vulgatum*, *Veronica officinalis*.

**Lagringsprov.** Jordprov från detta hygge bildade vid lagring betydande mängder salpeterkväve (se tab. 11 n:o 2).

**Kalhygge från vintern 1913—1914.**

Hygget iordningställt, riset bränt i högar våren 1915. Kultur våren 1915 rutsådd av tall.

**Vegetation.** I huvudsak densamma som å hygget 1914—1915, men *Epilobium angustifolium* kraftigare utvecklad och tätare. Även hallon förekomma.

**Undersökning av växternas nitrathalt  $29/5$  1916.**

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*.

**Lagringsprov.** Jordprov bildade vid lagring betydande mängder salpeterkväve (se tab. 11 n:o 3).

**Kalhygge från vintern 1912—1913.**

Hygget iordningställt, riset bränt i högar våren 1914. Besått våren 1914 (rutsådd av tall).

**Vegetation.** Hyggesvegetationen kraftigare utvecklad än å föregående hyggen. *Epilobium angustifolium* bildar en nästan sluten, sammanhängande formation över hygget. Bland *Epilobium* förekomma insprängda *Pteris aquilina*, *Rubus idæus*, *Galeopsis bifida*, *Taraxacum officinale*, *Luzula pilosa*, *Carduus crispus*, *Hieracium umbellatum*, *Solidago virgaurea*, *Fragaria vesca*.

**Undersökning av växternas nitrathalt  $29/5$  1916.**

Skarp reaktion:

*Rubus idæus*, *Solidago virgaurea* (frodiga individ).

Svag reaktion:

*Epilobium angustifolium* (några ind., eljes o).

Ingen reaktion:

*Fragaria vesca*, *Galeopsis bifida*.

### Kalhygge från vintern 1911—1912.

Hygget iordningställt, riset bränt i högar våren 1914. Skogskultur våren 1914 (rutsädd av tall).

**Vegetation.** Hyggesvegetationen artrikare och även frodigare än å föregående hyggen.

<i>Epilobium angustifolium</i> r.-y.	<i>Cerastium vulgatum</i> spr.
<i>Rubus idæus</i> str.-flv. y.	<i>Orobus tuberosus</i> »
<i>Rumex acetosella</i> spr.-str.	<i>Sonchus arvensis</i> »
<i>Taraxacum officinale</i> » »	<i>Urtica dioica</i> »
<i>Fragaria vesca</i> » »	<i>Cirsium lanceolatum</i> e.-spr.
<i>Galeopsis bifida</i> » »	<i>Vaccinium vitis idæa</i> e.- »
<i>Festuca ovina</i> flv. r.	<i>Cirsium arvense</i> e.
<i>Pteris aquilina</i> e. fl. y.	<i>Geranium robertianum</i> e.
<i>Hieracium pilosella</i> e. fl. r.	<i>Gnaphalium silvaticum</i> e.
<i>Ajuga pyramidalis</i> spr.	<i>Melica nutans</i> e.
<i>Calamagrostis</i> sp. »	<i>Myrtillus nigra</i> e.
<i>Carex digitata</i> spr.	<i>Phleum pratense</i> e.
	<i>Veronica officinalis</i> e.

Mossor förekomma endast å brännfläckarna, nämligen *Ceratodon purpureus* och *Bryum caespiticium*.

Hallon och nässlor föredraga tydligen brännfläckarna framför den obrända marken.

### Undersökning av växternas nitrathalt $30/5$ 1916.

Skarp reaktion:

*Rubus idæus*, *Cirsium lanceolatum*, *Sonchus arvensis*, *Luzula pilosa* (frodiga ex.), *Geranium robertianum*.

Ingen reaktion:

*Ajuga pyramidalis*, *Carex digitata*, *Cirsium arvense*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Taraxacum officinale*.

**Lagringsprov.** Vid lagring bilda jordprov från detta hygge en betydande mängd salpeterkväve (se tab. 11 n:o 4).

### Kalhygge från vintern 1910—1911.

Hygge på andra sidan vägen vid det först beskrivna beståndet. Stora block i markytan. Morän.

Hygget iordningställt, riset bränt i högar våren 1912. Skogskultur samma vår (rutsädd av tall).

## Vegetation.

<i>Epilobium angustifolium</i> r.	<i>Achillea millefolium</i> spr.
<i>Rubus idæus</i> r.	<i>Calamagrostis</i> sp. spr.
<i>Galeopsis bifida</i> r.	<i>Festuca ovina</i> spr.
<i>Luzula pilosa</i> str.	<i>Fragaria vesca</i> »
<i>Rumex acetosella</i> str.	<i>Phleum pratense</i> e.
<i>Taraxacum officinale</i> str.	<i>Poa pratensis</i> e.
	<i>Urtica dioica</i> e.

Såsom rester från skogsvegetationen finnas fläckvis lingon och *Hylocomium*-mossor.

Undersökning av växternas nitrathalt  $30/5$  1916.

Skarp reaktion:

*Rubus idæus*, *Urtica dioica* samt enstaka individ av *Epilobium angustifolium* och *Galeopsis bifida*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov från hygget visa stor ammoniakavspaltningförmåga (se tab. 1 n:o 12), nitrifiera en ammoniumsulfatlösning och denitrifiera GILTAVS lösning (se tab. 8 n:o 6).

**Lagringsprov.** Jordprov från hygget bilda vid lagring betydande mängder salpeterkväve (se tab. 11 n:o 5).

2. **Kalhygge.** Värmland. Karlskoga bergslag. Alkvettern. Hygge norr om Bäcktorp.

Hygge upptaget vintern 1913—1914. Undersökt  $7/7$  1916.

**Beståndet.** Vål slutet barrblandbestånd med övervägande gran.

Ris m. spr.

<i>Lycopodium annotinum</i> e.	<i>Myrtillus nigra</i> e.
» <i>complanatum</i> e.	<i>Vaccinium vitis idæa</i> e.

Gräs och örter spr.-str.

<i>Aira flexuosa</i> str.	<i>Luzula pilosa</i> spr.
<i>Anemone nemorosa</i> spr.-str.	<i>Oxalis acetosella</i> »
<i>Polypodium dryopteris</i> spr.	<i>Polypodium vulgare</i> e.
<i>Majanthemum bifolium</i> »	

Mossor y.

<i>Hylocomium parietinum</i> } y.	<i>Dicranum undulatum</i> e.
» <i>proliferum</i> }	<i>Sphagnum girgensohnii</i> flv. spr.

Undersökning av växternas nitrathalt  $9/7$  1916.

Ingen reaktion:

*Luzula pilosa*.

**Hygget.** Täml. spridd hyggesvegetation, ej i detalj antecknad.

### Undersökning av växternas salpeterhalt.

Skarp reaktion:

*Arenaria trinervia*, *Carex leporina*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*,  
*Luzula multiflora*, *L. pilosa*, *Rubus idæus*, *Trientalis europæa*.

Ingen reaktion:

*Fragaria vesca*, *Veronica officinalis*.

3. **Kalhygge.** Värmland. Karlskoga bergslag. Alkvettern. Knappedsåsen, ovanför sjön Alkvettern.

Kalhygge i granskog i stark sluttning mot väster. Hygget gjordes vintrarna 1911—1912 och 1912—1913. Markvegetationen uppges huvudsakligen ha bestått av ett mosstäcke. Mycket rik hyggesvegetation med hallon och smultron.

### Växternas salpeterhalt den $\frac{8}{7}$ 1916.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Stachys silvatica* (vissa ex.).

Tydlig reaktion:

*Carex leporina*, *Epilobium montanum*, *Geranium robertianum*, *Lactuca muralis*, *Viola riviniana*.

Svag reaktion:

*Veronica chamædrys*.

4. **Blådningslucka.** Värmland. Karlskoga bergslag. Alkvettern. Ängfallet.

Nästan cirkelrund, i diameter c:a 25 m vid lucka i barrblandskog. Uppkommen vid avverkning vintern 1913—1914. Innersta delen av luckan något äldre.

**Beståndet.** Skogen c:a 60 år gammal, bestående av tall och gran, mycket väl sluten.

Ris fläckvis förekommande.

*Myrtillus nigra* e.

*Vaccinium vitis idæa* e.

Gräs och örter m. spr.

*Aira flexuosa* spr.

*Festuca ovina* e.

*Luzula pilosa* »

*Melampyrum pratense* e.

*Oxalis acetosella* »

*Poa* sp. e.

*Anemone nemorosa* enst.

*Polystichum spinulosum* e.

*Carex leporina* »

*Veronica officinalis* e.

Mossor, y.

*Hylocomium parietinum* }  
» *proliferum* } y.

*Dicranum undulatum* }  
*Polytrichum commune* } spr.  
» *juniperinum* }

*Dicranum scoparium* spr.

## Undersökning av växternas nitrathalt 7/7 1916.

Ingen reaktion:

*Carex leporina*, *Luzula pilosa*.

## Luckan.

## Vegetation.

Ris spr.

*Myrtillus nigra* spr.*Linnaea borealis* m. spr.*Lycopodium annotinum* m. spr.

Gräs och örter r.

*Majanthemum bifolium* fläckv. y.*Polypodium dryopteris* str.*Luzula pilosa* »*Oxalis acetosella* »*Epilobium angustifolium* spr.-str.*Veronica officinalis* » »*Aira flexuosa* spr.*Poa pratensis* »*Polystichum spinulosum* spr.*Rubus idæus*, spr.*Anemone nemorosa* e.*Arenaria trinervia* e.*Carex leporina* e.*Hieracium auricula* e.*Luzula multiflora* e.*Poa annua* e.*Potentilla erecta* e.*Rumex acetosella* e.*Taraxacum officinale* e.

Mossor r.

*Hylocomium parietinum* }  
» *proliferum* } r.*Polytrichum commune* fläckv. y.

Mosstället delvis nedvissnat under inverkan av de avfallna barren.

Små trädplantor: *Picea abies* r., *Betula odorata* spr., *Betula verrucosa* enst., *Sorbus aucuparia* enst.

## Undersökning av växternas nitrathalt 7/7 1916.

Skarp reaktion:

*Arenaria trinervia*, *Carex leporina*, *Epilobium angustifolium*, *Luzula multiflora*, *L. pilosa*, *Potentilla erecta*, *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*.

Tydlig reaktion:

*Hieracium auricula*, *Taraxacum officinale*, *Veronica officinalis*.

Ingen reaktion:

*Betula odorata*, *Picea excelsa*, *Oxalis acetosella*.

5. **Kanten av ett hygge med vacker granföryngring.** Värmland, Karlskoga bergslag. Alkvettern. Lanforsbeståndet (se närmare SCHOTTE 1915 b, sid. 764 och fig. 6).

### Undersökning av växternas nitrathalt $7/7$ 1916.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Luzula pilosa*, *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*, *Trientalis europæa*.

Ingen reaktion:

*Arenaria trinervia*, *Fragaria vesca*.

---

6. **Luckor, uppkomna genom stormfällning.** Södermanland. Julita sn. Äs. Dunderbackskogen.  $5/7$  1916.

Skogarna utgöras av barrblandskogar av i mellersta Sverige vanlig typ. Markbetäckningen utgöres huvudsakligen av skogsmossor, varemot risen spela en mera underordnad roll. Utom de vanliga risen, lingon, blåbär och *Linnaea*, förekommer även *Pyrola chlorantha*. *Viola riviniana* förekommer mycket enstaka i beståndens markbetäckning.

### Undersökning av växternas nitrathalt.

Lucka av 4—5 års ålder.

Skarp reaktion:

*Arenaria trinervia*, *Epilobium angustifolium*, *Luzula pilosa*, *Rubus idæus*.

---

Lucka av ringa storlek från vintern 1914—1915.

Skarp reaktion:

*Arenaria trinervia*, *Cirsium arvense*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Rubus idæus*.

Ingen reaktion:

*Sonchus arvensis*.

---

Lucka av sex års ålder.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*.

---

### III. Mossrika barrskogar, där enbart huggning ej framkallar nitrifikation i marken.

1. **Kalhygge.** Jämtland, Bräcke revir. Ansjö kronopark i närheten av Grästjärn.

Hygget undersökt  $13/7$  och  $13/9$  1915 samt  $3/9$  1916.

Hygget upptogs år 1911 i granskog, som förmodligen hade samma utseende och sammansättning som övriga granskogar på kronoparken. Markbetäckningen i dessa utgöres av ris och mossor, råhumustäcket är emellertid ganska



måttligt och den undre, närmast mineraljorden befintliga delen av humuslagret rätt väl multnat (ang. dessa skogar se HESSELMAN 1917, sid. 472).

Riset hopsamlades och brändes i högar. Hygget har sedermera kultiverats genom spettplantering med tall. Kulturen har i allmänhet lyckats väl.

Hyggesvegetationen utgöres i huvudsak av krustätel (*Aira flexuosa*) som dominerar inom rätt stora områden, mera fläckvis uppträda resterna av den avverkade skogens markbetäckning, såsom lingon och blåbär jämte *Lycopodium annotinum*, *Oxalis acetosella*, *Luzula pilosa*, *Polypodium dryopteris*, *Trientalis europæa* Skogs mossorna hålla sig fläckvis kvar, på somliga ställen anträffas *Polytrichum commune*, som tydligen vunnit terräng, sedan hygget gjordes.

I brandfläckarna samt ofta kring större stubbar och i smärre rishögar uppträda *Epilobium angustifolium* och hallon (*Rubus idæus*), den senare ymnig och ofta rikt fruktbärande. I en brandfläck observerades *Matricaria inodora* och *Urtica dioica*.

Vid en närmare undersökning av tallplantorna visar det sig, att de nå både större höjd och erhålla kraftigare, grönare barr, när de växa bland hallon och *Epilobium*, än när de växa bland *Aira flexuosa*, vilket närmare belyses av följande siffror.

	Plantor bland hallon	Plantor bland <i>Aira</i>
Barrens längd .....	42,1 mm	33,3 mm
» bredd .....	1,7 »	1,5 »

Dessa uppgifter stödjade sig på ett av mig (3/9 1916) insamlat material, bestående av fem likvärdiga tallgrenar från lika många tallar från resp. *Aira*- och hallonlokaler. Å varje tallgren mättes 10 barr.

Av kronojägare K. LUND i Ansjö bevakningstrakt av Bräcke revir mättes sedermera inom ett område av 10 ar (20 × 50 m) tallplantornas höjd på tre platser, nämligen:

- 1) fläckar, be vuxna med hallon,
- 2) övergångsområden mellan hallon- och gräs-(*Aira*)be vuxna fläckar,
- 3) gräs- och risbe vuxna fläckar.

Resultatet framgår av nedanstående korta översikt, siffrorna inom parentes angiva antalet mätta plantor.

	Hallonbe vuxna fläckar	Övergångsomr. mellan hallon- och gräs- be vuxna fläckar	Gräsbe vuxna fläckar
Tallplantornas höjd.....	50,3 (32) cm	47,3 (30) cm	38,5 cm

Höjdvariationen är inom varje grupp rätt betydande och även bland *Aira* och bärris finnas tallplantor, som tävla i höjd med dem från de hallonbe vuxna fläckarna. Delvis beror detta på, att marken på de risbe vuxna fläckarna här och där gödslats genom multnande granris eller förbättrats, genom att markbetäckningen rivits upp. Skillnaden i barrens storlek var ej så stor hos det av kronojägare LUND som i det av mig insamlade materialet, vilket väl torde förklaras därav, att mitt material härstammar från antingen enbart med *Aira flexuosa* eller enbart med hallon be vuxen mark.

	Bland hallon.	Bland gräs och ris.
Tallbarrens längd .....	37,6 mm	37,3 mm

Utom i avseende på storleken skilde sig barren från varandra även i avseende på färgen. Plantorna från hallonbevuxna fläckar hade en mörkare grön barrfärg än plantorna från *Aira*-bevuxna fläckar.

### Undersökning av växternas nitrathalt.

En sådan undersökning utfördes endast den 13/9 1915, således då vegetationsperioden led mot sitt slut. Hallon (*Rubus idæus*) gävo ingen reaktion, varken exemplaren från de brända fläckarna eller från rishögarna, detsamma var förhållandet med *Epilobium angustifolium* och *Luzula pilosa*. Det negativa resultatet bör emellertid tas med försiktighet, då undersökningen gjordes så sent på året, att växterna redan i huvudsak avslutat sitt arbete.

### Bakteriologisk undersökning.

Jordprov från brända fläckar med hallon nitrificera, om än långsamt, en ammoniumsulfatlösning, prov från obrända fläckar med hallon framkalla endast en svag nitritbildning. Prov från obränd mark, bevuxen med *Aira flexuosa*, framkallar ej någon nitrifikation av en ammoniumsulfatlösning.

**Lagringsprov.** Prov från obränd mark med *Aira flexuosa* bilda under två månader endast 0,3 mg salpeterkväve pr kg jord, från obränd mark med hallon 0,4 mg. Prov från bränd mark med hallon höja nitrathalten under två månader från 0,4 mg till 0,7 mg salpeterkväve. Salpeterbildningen vid lagring är sålunda hos samtliga proven obetydlig.

Då emellertid jordprov från liknande, med hallon bevuxna platser visat sig starkt nitratbildande, är jag benägen att anse, att resultatet mera beror på en tillfällighet.

2. **Kalhygge.** Västerbotten. Degerfors socken och revir. Kronoparken Kulbäcksliden. Raningsberget. Undersökning 4/8 1916.

Ett stort hygge, som upptogs 1912.

Vegetationsförändringen är i det hela rätt obetydlig. Torrare partier med en mera hedartad vegetation med ljung och lavar ha undergått mycket små, knappt märkbara förändringar. Där beståndet varit något tätare, har kruståteln (*Aira flexuosa*) tagit överhanden och bildar ett vackert, böljande, i brunviolett skimrande fält. Vegetationen inom ett dylikt *Aira*-bevuxet parti har följande sammansättning:

Ris spr.

*Myrtillus nigra* str.

*Empetrum nigrum* spr.

*Pyrola secunda* spr.

*Vaccinium vitis idæa* spr.

*Linnæa borealis* e.

*Lycopodium annotinum* e.

Gräs- och örter r-y.

*Aira flexuosa* r-y.

*Luzula pilosa* e-spr.

*Trientalis europæa* e-spr.

*Melampyrum pratense* e.

*Rumex acetosella* e.

Mossor r.

*Hylocomium parietinum* r.

» *proliferum* »

*Polytrichum commune* str.

*Dicranum undulatum* e.

» *scoparium* »

I jämförelse med kalhyggena i södra och mellersta Sverige är den genom det ökade ljustillträdet åstadkomna förändringen i vegetationen obetydlig. Detta märkes icke blott på vegetationen utan även på det vid avverkningen kvarlämnade riset, granriset har ännu ej multnat i någon större grad, barren äro avfallna och hålla på att multna på marken, men även klenare och finare kvistar äro oförmultnade. Granriset har endast framkallat en högst obetydlig förändring i vegetationen. Endast på fuktigare platser och där riset samlats i större mängd, förekommer en sparsam vegetation av *Epilobium angustifolium*, som dock ej ger någon nitratreaktion med difenylamin och koncentrerad svavelsyra.

Hygget har kultiverats genom rutsådd med tallfrö. Såddrutorna äro stora och mycket väl bearbetade. Fröna ha grott väl och i ett flertal rutor finns det gott om plantor. I såddrutorna uppträder gärna *Luzula pilosa*, stundom i ganska stor mängd. Plantorna ge i regel icke någon nitratreaktion, ett fåtal plantor visa sig dock innehålla salpeter.

#### Undersökning av växternas nitrathalt:

*Epilobium angustifolium*, ingen reaktion.

**Lagringsprov.** Jordprov ha vid lagring bildat endast små mängder salpeterkväve (se vidare tab. 12 nr 4).

3. **Hygge i mossrik barrblandskog.** Västerbotten. Degerfors revir. Kronoparken Svartberget.

Osvett hygge, i huvudsak överdraget med en vegetation av kruståtel (*Aira flexuosa*). Fläckvis uppträda invid stubbar och på av kreatur trampade ställen *Rumex acetosella* (kraftigt grön), *Epilobium angustifolium* och *Rubus idæus*.

Tallplantorna äro högre och ha längre, mörkare och kraftigare barr, där dessa växter uppträda, än plantorna i kruståtelstället.

#### Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*.

**Lagringsprov.** Jordprov från platser med *Rumex acetocella* bilda vid lagring betydande mängder salpeterkväve (se tab. 13 nr 3).

### IV. Mossrika barrskogar med fläckvis uppträdande örtvegetation.

1. **Kalhygge.** Jämtland. Bräcke revir. Ammers kronopark.

Barrblandskogen å Ammers kronopark har förut beskrivits (HESSELMAN 1917, sid. 470). Den visar i avseende på markbetäckningen den egendomligheten;

att man inom smärre, genom topografien i smått bestämda fläckar har en mera mullartad humus med örter, medan marken i övrigt täckes av ett mera tunt råhumustäckte. Vid avverkningen blir markvegetationen väsentligt olika på hyggets olika delar. Där marken i beståndet varit mera mullartad, infinna sig mycket rikligt frodiga gräs och örter, i huvudsak nitratofila arter, på de små, mera torra och i beståndet av råhumus täckta partierna utvecklas huvudsakligen *Aira flexuosa*. En beskrivning av hyggesvegetationen måste skilja på dessa olikartade partier av hygget. Hygget upptaget som kalhygge vintern 1911—1912, förut starkt genomblådad granskog. Undersökningar juli och sept. 1915 och juli 1916.

### Partier med mera örtrik hyggesvegetation.

Buskar och smärre träd str.

<i>Betula odorata</i> str.	<i>Alnus incana</i> spr.
» <i>verrucosa</i> »	<i>Ribes alpinum</i> e.
<i>Picea abies</i> »	<i>Salix caprea</i> e.
	<i>Sorbus aucuparia</i> e.

Ris str.

<i>Myrtillus nigra</i> spr.	<i>Pyrola secunda</i> spr.
<i>Lycopodium annotinum</i> spr.	» <i>rotundifolia</i> str.-flv. y.

Örter och gräs y.

<i>Epilobium angustifolium</i> r.-flv. y.	<i>Luzula pilosa</i> spr.
<i>Rubus saxatilis</i> r-y.	<i>Majanthemum bifolium</i> spr.
<i>Vicia silvatica</i> flv. y.	<i>Orobus vernus</i> »
<i>Geranium silvaticum</i> r.	<i>Poa pratensis</i> »
<i>Polypodium dryopteris</i> r.	<i>Veronica officinalis</i> »
<i>Agrostis vulgaris</i> r.	<i>Vicia cracca</i> »
<i>Lathyrus pratensis</i> str.-flv. y.	» <i>septium</i> »
<i>Fragaria vesca</i> str.-r.	<i>Viola riviniana</i> »
<i>Aira flexuosa</i> str.	<i>Achillea millefolium</i> e.
<i>Gnaphalium silvaticum</i> str.-flo. y.	<i>Aira cæspitosa</i> »
<i>Oxalis acetosella</i> str.-fl. y.	<i>Epilobium montanum</i> »
<i>Rubus idæus</i> str.-flo. y.	<i>Geum rivale</i> »
<i>Carex digitata</i> spr.-str.	<i>Ranunculus acris</i> »
<i>Tussilago farfara</i> flv. spr.-str.	<i>Trifolium pratense</i> »
<i>Anemone hepatica</i> spr.	

Utmed kanterna av en gångstig *Sagina procumbens* r.

Mossor r-y.

<i>Hylacomium parietinum</i> r.	<i>Hypnum crista castrensis</i> str.
» <i>proliferum</i> y.	<i>Jungermannia</i> sp. spr.

Vegetationsfördelningen inom de örtrikare delarna av hygget är mycket växlande. Växlingen står i närmaste anslutning till markens relief i smått. Stubbar och andra upphöjningar framkalla små avvikelser, där bli vanligen risen rikligare än på den mera fuktiga marken mellan stubbarna.

### Partier med *Aira flexuosa*.

I mera utpräglad motsats till denna vegetation, som mest anträffas i något fuktigare sänkor, står hyggesvegetationen på de mera upphöjda torra partierna. Där förhärskar så gott som uteslutande krustäteln (*Aira flexuosa*) jämte mossor och en del bärris, som motstått den stora förändringen i ljustillträdet till marken. Där granriset hopats i någon större mängd på de med *Aira* bevoxna hyggespartierna, uppträda hallon och *Epilobium angustifolium* i stor mängd. På övergångsområdet mellan de av krustätel och de med örter bevoxna partierna av hygget uppträda sådana fordrande växter som *Vicia sepium* och *Lathyrus pratensis*.

Fördelningen mellan krustätelsvegetationen och den mera örtrika vegetationen följer på hygget samma lagar, som reglera humusbildningen i bestånden. Inom övergångsområdena förefaller det ock, som om råhumustäcket fläckvis övergått till verklig mull.

### Bakteriologiska undersökningar.

Jordprov från örtrika delar av hygget nitrificera en ammoniumsulfatlösning, däremot icke proven från de med krustätel bevoxna delarna.

#### Undersökning av växternas nitrathalt.

<sup>16</sup>/<sub>17</sub> 1915.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Geum rivale*, *Rubus idæus*.

Ingen reaktion:

*Fragaria vesca*.

**Lagringsprov.** Jordprov från de med *Aira flexuosa* bevoxna delarna av hygget bilda vid lagring endast minimala salpetermängder (se tab. 12 nr 2).

## V. Multnande ris inverkan på humuskvävets nitrifikation.

1. **Lucka i granskog.** Lappland. Vilhelmina sn. Utmed vägen Katrineberg och Volgsjön.

#### Ståndortsanteckning <sup>30</sup>/<sub>7</sub> 1915.

I en äldre, något avtorkande granskog har genom vindfålle uppkommit en större lucka. Omkring de nu multnande, kullfallna granarna har vegetationen en från granskogen i övrigt avvikande karaktär (se även fig. 12).

Buskar y.

*Rubus idæus* y.

Gräs och örter spr.

*Aira flexuosa* e.

*Epilobium angustifolium* e, insprängd bland hallonen.

*Equisetum silvaticum* e.

*Oxalis acetosella* e.

På de multnande granarna växa mossor. Följande mossor ha antecknats i associationen: *Amblystegium uncinatum*, *Dicranum majus*, *Hylocomium parietinum*, *H. proliferum*, *Hypnum crista castrensis*, *H. reflexum*, *Jungermannia lycopodioides*.

Humustäcket utgöres av en av *Rubus*-rötter väl genomvävd mull, ganska tunn, under denna utpräglad blekjord.

#### Undersökning av växternas nitrathalt.

*Rubus idæus*, de flesta skotten ge reaktion, några svag, andra skarp.

*Epilobium angustifolium*, osäker reaktion.

**Bakterieundersökning.** Jordprov bilda endast nitrit en ammoniumsulfatlösning.

I granskogarna i Vilhelmina äro dylika nitratofila associationer mycket vanliga i skifteslinjer. De uppträda på de platser, där de fällda granarnas grenar ligga och multna. Man kan många gånger av dessa växters utbredning igenfinna formen på den fällda granens krona.

### VI. Inverkan av markens omröring på humuskvävets nitrifikation.

1. **Markberedning i barrblandskog med tät fröträdsställning.** Södermanland. Öster-Rekarnes häradsallmänning. Block VII. Avd. 12 Skifte I, i närheten av Skogshalls numera nedlagda skogsskola. Undersökning 6/10 1916.

Av den år 1915 nedlagda skogsskolans föreståndare, jägmästare Th. Grinndal, utfördes hösten 1913 eller möjligen redan hösten 1912 ett markberedningsförsök med finnplög i ett hygge med tät fröträdsställning (se även fig. 15). Hygget upptogs i en tät barrblandskog av följande beskaffenhet.

**Beståndet.** Väl slutet bestånd av tall och gran.

Buskar enst.

*Juniperus communis* e.

*Sorbus aucuparia* e.

Ris spr.

*Myrtillus nigra* spr.

*Calluna vulgaris* e.-spr.

*Vaccinium vitis idæa* spr.

*Pyrola chlorantha* enst.

» *secunda* »

Gräs och örter spr.

*Pteris aquilina* enst. fl. r.

*Melampyrum silvaticum* e.

*Festuca ovina* enst.

*Trientalis europæa* e.

*Majanthemum bifolium* enst.

*Viola riviniana* e.

*Luzula pilosa* e.

Mossor y.

*Hylocomium parietinum* }  
» *proliferum* } y.

*Dicranum scoparium* spr.

Lavar spr.

*Cladina rangiferina* }  
» *silvatica* } spr.

**Det markberedda hygget med tät fröträdsställning.** Ur trädbeståndet har granen jämte en del tall huggits bort; de kvarvarande tallarna bilda en tät fröträdsställning (se fig. 15). Genom markberedningen har åstadkommits en ganska stor förändring i vegetationen, en del i det orörda beståndet icke förekommande gräs och örter ha vandrat in. Finnplögen har tagit något ojämnt, somliga fläckar äro mera bearbetade än andra, och vissa partier synas vara tämligen orörda, något, som är helt naturligt med detta markberedningsredskap. Där finnplögen tagit mera kraftigt, finnas *Epilobium angustifolium* t. r., *Calamagrostis arundinacea* spr., *Luzula pilosa* r-y., samt följande arter mer enstaka, nämligen *Rubus idæus*, *Fragaria vesca*, *Solidago virgaurea*, *Gnaphalium silvaticum*, *Veronica officinalis*, *Phleum pratense*, *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*. Där finnplögen ej bearbetat marken, är vegetationen föga förändrad, i det att markbetäckningen utgöres av lingon (r.), blåbär (str.) samt ljung (enst.) och *Luzula pilosa* (str.), varjämte följande mossor bilda ett ganska tätt täcke, nämligen *Hylocomium parietinum* och *H. proliferum* med inblandning av *Dicranum undulatum*.

Fläckvis förekomma mattor av *Aira flexuosa* och *Festuca ovina*.

Den vegetationsförändring, som nyss beskrivits, är uteslutande en följd av markberedningen. Alldeles likadana och på samma sätt huggna, men ej markberedda bestånd visa ej någon sådan förändring i markbetäckningen. Markberedningefn har dock ej gripit något djupare in i vegetationens sammansättning. Även på de kraftigast markberedda partierna finns lingonriset kvar, blandat med hallon och *Epilobium angustifolium*. Där markberedningen blivit mycket kraftig, finns nu ett täcke av *Polytrichum juniperinum*.

På föryngringen har markberedningen haft den mest gynnsamleffekt; i de markberedda partierna förekomma mycket talrika tala plantor med mörka långa, särdeles kraftiga barr.

#### Undersökning av växternas nitrathalt $\frac{6}{10}$ 1916.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, unga plantor.

Svag reaktion:

*Rubus idæus*, *Luzula pilosa*.

2. **Stormfällningslucka i äldre granskog.** Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk. (Se även fig. 14.) Undersökt  $\frac{15}{7}$  1915 och sept. 1916.

Vid stormfällning i granskogen ha trädens rötter brutits upp, varvid markens humuslager rörts om med mineraljorden. I luckan vacker föryngring av gran. På den genom stormfällningen omrörda marken uppträda nitratofila växter, såsom *Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus* och spridda exemplar av *Urtica dioica*.

#### Undersökning av växternas salpeterhalt $\frac{15}{7}$ 1915.

Stark reaktion.

*Rubus idæus*, *Urtica dioica*.

Ingen reaktion.

*Epilobium angustifolium*.

**Lagringsprov.** Jordprov bilda vid tre månaders lagring betydande mängder salpeterkväve (se tab. 13 nr 2).

## VII. Brända eller svedda marker.

## 1. Brandfält. Ångermanland. Selsjön.

Brandfältet har en betydande utsträckning och utbreder sig på båda sidor om järnvägen strax ovanför Selsjöns station. Brandfältet härstammar från tvenne skogseldar, nämligen åren 1909 och 1911, båda försakade av järnvägen och uppkomna under juni månad. Elden har härjat en typisk barrblandskog med insprängd björk och asp. Markbetäckningen i den brunna skogen utgjordes av mossor och bärris med inblandning av något örter. (Jfr exempel på mossrik barrblandskog sid. 470 HESSELMAN 1917.) Brandfältet ligger nedanför högsta marina gränsen, marken utgöres av morän, här och där i ytan starkt lerblandad. Marken är i allmänhet föga podsolerad.

Vegetationen å brandfältet starkt växlande, bl. a. beroende på den grad, i vilken marken bränts, liksom också på växlingar i markens ursprungliga beskaffenhet.

**Vegetation:** *Agrostis vulgaris*, *Aira cæspitosa*, *Arenaria trinervia*, *Betula odorata*!, *Bet. verrucosa*!, *Calamagrostis* sp. R, *Calluna vulgaris*, *Carex globularis*, *Cerastium vulgatum*, *Crepis tectorum*, *Polypodium dryopteris* R., *Epilobium angustifolium*!!, *E. montanum*, *Erigeron acris*, *Equisetum silvaticum*, *Fragaria vesca*!, *Hieracium auricula*, *Luzula pilosa*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Populus tremula*!, *Potentilla norvegica*, *Rubus idæus*!!, *Rumex acetosella*!, *Sagina procumbens*, *Salix caprea*, *S. lapponum*, *S. nigricans*, *Tussilago farfara*, *Trifolium repens*, *Urtica dioica*, *Vaccinium vitis idæa*, *Veronica serpyllifolia*, *Taraxacum officinale*. Fläckvis finns ett mosstäcke av *Polytrichum commune*, *P. juniperinum*, *Ceratodon purpureus*.

De växter, som uteslutande uppträda som rester efter den brunna skogens vegetation äro märkta med R, av de övriga finnas åtskilliga, som dels förekomma som nykomlingar, i synnerhet inom 1909 års brandfält, dels ock som rester från den brunna skogen. Hit höra t. ex. *Calluna vulgaris*, *Equisetum silvaticum*, *Carex globularis*. De mest karaktäristiska brandfältsväxterna äro utmärkta med !! eller !.

Till de på brandfältet tidigast efter branden uppträdande arterna höra i främsta rummet *Epilobium angustifolium*, vidare *Luzula pilosa*, *Crepis tectorum* och *Rubus idæus*, tidig är också *Arenaria trinervia*. Det för brandfälten karaktäristiska mosstäcket av *Polytrichum juniperinum* synes ta ett par år i anspråk för sin utbildning. År 1913, då jag i början av augusti månad för första gången besökte brandfältet, saknades totalt ett mosstäcke inom den del av fältet, som brann sommaren 1911, men var fläckvis tämligen väl utbildad inom 1909 års brandfält. Sommaren 1914 började mossorna fläckvis att uppträda och i september 1915 var mossmattan väl utvecklad inom rätt så stora delar av brandfältet. År 1915 uppenbarade sig inom brandfältet även *Vicia cracca*, som icke observerats under föregående år.

Undersökningar av växternas nitrathalt <sup>22/6</sup>—<sup>7/7</sup> 1914.

*Epilobium angustifolium*. Yngre plantor, framförallt groddplantor, visa mycket kraftig reaktion på 1911 års brandfält, även där marken är så hårt bränd, att humustäcket är alldeles förstört. Äldre plantor på 1909 års brandfält ge stundom reaktion, men vanligen icke. Reaktion är vanligare hos exemplar



från mindre starkt brända platser än från sådana, där elden tagit mera hårt. Färska reparationsskott hos äldre plantor, som avbetats av kreatur, ge i regel tydlig nitratreaktion.

*Rubus idæus*. Yngre individ från 1911 års brandfält ge kraftig nitratreaktion, äldre individ på 1909 års brandfält ge ofta reaktion, men långt ifrån alltid. Negativa resultat vanligen på mycket hårt bränd mark, positiva på mindre starkt bränd.

*Luzula pilosa*. Individ från 1911 års brandfält ge mycket kraftig nitratreaktion, från 1909 års brandfält ingen reaktion.

*Arenaria trinervia*. Individ från 1911 års brandfält kraftig reaktion.

*Fragaria vesca*. Individ från 1911 års brandfält svag reaktion.

*Rubus saxatilis*. Individ från 1911 års brandfält tydlig reaktion, eljes intet utslag.

Ingen reaktion:

*Rumex acetosella*, *Poa pratensis*, *Crepis tectorum*, *Betula odorata*, *Populus tremula*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov från brandfältet nitrificera, om än ofta långsamt en ammoniumsulfatlösning (se närmare tab. 6). Även denitrifikanter förekomma (se närmare tab. 10).

**Lagringsprov.** Vid lagring bildas salpeterkväve, ehuru i växlande mängder. Även där marken brunnit hårt år 1909 och sedermera överdragits med ett täcke av *Polytrichum juniperinum*, förmår jorden bilda salpeterkväve i avsevärd mängd. Med tiden synes nitrifikationen avtaga (se vidare tab. 14).

2. **Tjugofemårigt brandfält.** Ångermanland. Selsjön. Nära materialvägens övergång över järnvägen i närheten av Mjösjön.

Vid banans anläggande uppstod på denna plats en skogseld, som fick en tämligen stor utsträckning. En sluttning nära Mjösjön och i banvallens omedelbara närhet, utgörande en del av detta brandfält, undersöktes i aug. 1914.

**Vegetation.** Spridda tallar och granar i kraftigt växande exemplar. Granen särdeles vacker med kraftiga, långa årsskott. På marken ett tunt mosstäcke av *Polytrichum commune* och *P. juniperinum*. I mosstäcket spridda gräs och örter, såsom *Agrostis vulgaris*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca ovina*, *Leontodon autumnalis*, *Poa pratensis*, *Rubus idæus* och *Taraxacum officinale*. *Epilobium*- och hallonplantorna mycket svagt utvecklade.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov från denna plats nitrificera en ammoniumsulfatlösning, denitrifikanter förekomma (se tab. 10 nr 4).

3. **För skogskultur svedd mark.** Kalhygge från vintern 1905—1906. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsallmänning. Hygget iordningsställdes och löpbrändes våren 1907. Tallkultur samma vår.

Hygge på blockrik morän nära hygget från vintern 1911—1912 (se sid. 1034), men på andra sidan om vägen.

**Vegetation.** Väl slutet och vackert tallkultur.

Buskar och lägre träd spr.-str.

*Betula verrucosa* str.  
*Rubus idæus* spr.  
*Betula odorata* e.

*Populus tremula* e.  
*Ribes grossularia* e.  
*Salix caprea* e.

Örter och gräs r.

*Epilobium angustifolium* r.  
*Fragaria vesca* r.  
*Taraxacum officinale* r.  
*Hieracium auricula* e. fl. y.  
*Veronica officinalis* e. fl. r.  
*Achillea millefolium* spr.  
*Antennaria dioica* spr.  
*Lathyrus pratensis* spr.  
*Myrtillus nigra* spr.  
*Poa pratensis* spr.  
*Urtica dioica* spr.

*Vaccinium vitis idæa* spr.  
*Veronica chamædrys* spr.  
*Arctostaphylos uva ursi* e.  
*Carex leporina* e.  
 » *panicea* e.  
*Cirsium arvense* e.  
 » *lanceolatum* e.  
*Luzula pilosa* e.  
*Orobus tuberosus* e.  
*Ranunculus acris* e.  
*Tussilago farfara* e.

Mossor.

*Ceratodon purpureus* flv. y.  
 samt

*Polytrichum juniperinum* flv. y.

*Hylocomium parietinum*, *H. proliferum* och *Astrophyllum cuspidatum* i skydd av en större sten.

Lavar:

*Peltigera* spr.

#### Undersökning av växternas nitrathalt $30/5$ 1916.

Tydlig reaktion:

*Rubus idæus*, några, men ej alla ex., *Urtica dioica*, de flesta, men ej alla ex.

Ingen reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Taraxacum officinale*.

**Lagringsprov.** Jordprov från detta hygge bildade vid lagring betydande mängder salpeter (se tab. 14 nr 8).

4. **För skogskultur svedd mark.** Jämtland. Bispgårdens skolrevir. Krpk. Torresjölandet.

I skogen avverkades först den timmerdugliga skogen, varefter endast återstod mera uselt växande gran. Det klenare virket kolades, det allra minsta fälldes i kull. Marken besvärad av råhumustäcke med *Aira flexuosa*. Hygget, som ligger invid Torresjön, c:a 450 m ö. h. sveddes för skogskultur våren 1914. Hygget undersöktes  $11/9$  1915.

**Vegetation** etc. Marken täcktes vid undersökningstillfället av ett i ytan torkat, koligt humustäcke. Mycket spridda och svagt utvecklade exemplar förekommo här och där av lingon och blåbär samt små spridda tuvor av *Aira flexuosa*. Mycket enstaka fläckar med *Polytrichum juniperinum* och *Marchantia polymorpha*. Små, mycket spridda groddplantor av *Epilobium angustifolium* och *Luzula pilosa*.

Undersökning av växternas nitrathalt <sup>11</sup>/<sub>9</sub>, 1915.

Skarp reaktion.

*Epilobium angustifolium*, *Luzula pilosa*.

**Lagringsprov.** Vid lagring bilda jordprov, samlade den <sup>11</sup>/<sub>9</sub>, betydande mängder salpeterkväve (se närmare tab. 14 n:o 7).

5. **För skogskultur svedd mark.** Västerbotten. Degerfors revir. Krpk. Svartberget.

Undersökning den <sup>3</sup>/<sub>9</sub>, 1916. Se även fig. 48.

Hygge i barrblandskog, svett för talkkultur för fem à sex år sedan. Vacker talkkultur.

**Vegetation:** *Betula odorata*, *Salix nigricans*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*, *Rumex acetosella*, *Gnaphalium silvaticum*, *Luzula pilosa*, *Polytrichum commune* m. fl.

## Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion.

*Epilobium angustifolium*, *Luzula pilosa*, *Rumex acetosella*.

6. **För skogskultur svedd mark.** Ångermanland. Anundsjö sn. Vid vägen mellan Brattsjö och Klocken.

Marken ursprungligen bevuxen med barrblandskog av tall och mera svagt växtlig gran. Efter skogens avverkning sveddes hygget, varvid en hel del s. k. oväxtliga, ej avverkningsdugliga granar (se fig. 20) dödades. Bränningen utfördes på våren 1902, och hygget besåddes följande år genom rutsådd med tall, som kommit upp mycket vackert. Kulturen vid undersökningstillfället (sept. 1914) mycket vacker, ehuru på ett par ställen något luckig och gles. Undersökningen utfördes sålunda tolv år efter svedningen.

**Vegetation.** Marken täckes ännu av en slags koloniartad vegetation, här och där rester av markbetäckningen från den ursprungliga skogen:

*Agrostis vulgaris*, *Aira flexuosa*, *Carex globularis*, *C. vaginata*, *Cerastium vulgatum*, *Polypodium dryopteris*, *Epilobium angustifolium*, *Equisetum silvaticum*, *Gnaphalium silvaticum*, *Luzula pilosa*, *Poa pratensis*, *Ranunculus repens*, *Rumex acetosella*, *Veronica officinalis*. Groddplantor och äldre individ av *Salix aurita* och *S. nigricans*. Ris förekomma fläckvis, såsom *Empetrum nigrum*, *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*. Bland tällarna förekomma insprängda *Betula odorata* och *B. verrucosa*. Matta av *Polytrichum commune* och *P. juniperinum*, delvis rätt kraftigt utvecklad.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov tagna såväl under en matta av *Agrostis vulgaris* som under ett svällande täcke av *Polytrichum commune* nitrificera en ammoniumsulfatlösning. Denitrifikanter förekomma likaledes (se närmare tab. 10 n:o 7 och 8).

7. **För skogskultur svedd mark.** Medelpad. Indalslidens sn. Krokmyrshygget, tillhörigt Skönviks aktiebolag.

Hygget sveddes våren 1907 och var vid undersökningstillfället bevuxet med en vacker ungskog av tall, uppdragen genom rutsådd. Undersökt  $10/9$  1915.

**Vegetation.** Ännu koloniliknande vegetation i tallkulturen:

*Aira flexuosa!*, *Antennaria dioica*, *Betula odorata!*, *Bet. verrucosa!*, *Empetrum nigrum*, *Epilobium angustifolium!*, *Gnaphalium silvaticum*, *Luzula pilosa*, *Myrtillus nigra*, *Populus tremula*, *Rubus idæus*, *Salix caprea*, *S. lapponum*, *S. nigricans*, *Solidago virgaurea*, *Tussilago farfara*, *Vaccinium vitis idæa*. På marken ett mosstäcke av *Polytrichum juniperinum* med riklig insprängd *Ceratodon purpureus*.

**Lagringsprov.** Jordprov bilda vid lagring salpeter, i sht. det som samlats, där *Rubus idæus* ännu växer (se närmare tab. 14 n:o 5 och n:o 6).

8. **För skogskultur svedd mark.** Södermanland. Björkviks sn. Jönkärs häradsallmänning.

Hygge avverkat och risbränt omkring 1898. Kultur av gran, tall och lärk. Skogsavdelningens provyta n:o 142. God växtlighet, bonitet 0,8.

**Markbetäckning:** *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Polytrichum juniperinum*, *Cladonia*.

Torrt, segt, koligt humustäcke.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov nitrificera ej en ammonium-sulfatlösning, denitrifiera under gasutveckling Giltays lösning (se tab. 10 n:o 10), ammoniakavspaltningens förmågan måttlig (se tab. 4 n:o 4).

**Lagringsprov.** Vid lagring bildas endast minimala salpetermängder (se tab. 14 n:o 4).

## VIII. Kolbottnar och tjärdalar.

1. **Kolbotten.** Kolbotten anlagd å 1911 års brandfält vid Selsjön i Ångermanland. Använd vintern 1912—1913. Undersökt  $3/7$  1914.

**Vegetation.** Koloniartat växtsamhälle:

*Achillea millefolium*, *Agrostis vulgaris*, *Cerastium vulgatum*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca rubra*, *Luzula multiflora*, *Matricaria inodora*, *Myosotis arvensis*, *Phleum pratense*, *Poa annua*, *P. pratensis*, *P. trivialis*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosella*, *R. domesticus*, *Trifolium pratense*, *Veronica serpyllifolia*.

Växterna förekomma spridda eller enstaka med undantag av *Epilobium angustifolium*, som i sht. i kanten av kolbotten visar en högre frekvens.

### Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Phleum pratense*, *Ranunculus acris*.

Svag reaktion:

*Luzula multiflora*.

Ingen reaktion:

*Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Poa* sp., *Ranunculus acris*,  
*Rumex domesticus*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov framkalla nitrit i en ammoniumsulfatlösning (se tab. 7 n:o 1 och 2).

2. **Kolbotten.** Kolbotten anlagd å 1911 års brandfält i närheten av Selsjön. Användes vintern 1912—1913, undersökt  $\frac{3}{7}$  1914.

**Vegetation.** Koloniartat växtsamhälle:

*Agrostis vulgaris*, *Aira flexuosa*, *Alopecurus geniculatus*, *Carduus crispus*, *Cerastium vulgatum*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Epilobium angustifolium*!, *Erysimum cheiranthoides*, *Festuca rubra*!, *Hieracium auricula*, *Matricaria inodora*!, *Myosotis arvensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Ranunculus acris*, *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*, *Salix nigricans* groddpl., *Silene venosa*, *Taraxacum officinale*, *Veronica serpyllifolia*, *Viola tricolor*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

*Epilobium angustifolium*, *Matricaria inodora*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*,  
*Taraxacum officinale*.

Svag reaktion:

*Carduus crispus*.

Ingen reaktion:

*Agrostis vulgaris*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Erysimum cheiranthoides*,  
*Myosotis arvensis*, *Poa pratensis*, *Ranunculus acris*, *Silene venosa*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov framkalla nitrit i en ammoniumsulfatlösning (se tab. 7 n:o 3), denitrifiera GILTAYS lösning.

3. **Kolbotten.** Kolbotten anlagd å 1911 års brandfält vid Selsjön i Ångermanland. Använd vintern 1912—1913. Undersökt  $\frac{30}{6}$  1914.

**Vegetation.** Koloniartat växtsamhälle:

*Achillea millefolium*, *Agrostis canina*, *Agrostis vulgaris*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca rubra*, *Matricaria inodora*, *Myosotis arvensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Rhinanthus minor*,  
*Rumex acetosella*, *Tussilago farfara*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

*Achillea millefolium*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Epilobium angustifolium*,  
*Matricaria inodora*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Rhinanthus minor*.

Svag reaktion:

*Festuca rubra*.

Ingen reaktion:

*Agrostis canina*, *A. vulgaris*, *Rumex acetosella*.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov nitrifiera en ammoniumsulfatlösning (se tab. 7 n:o 4).

4. **Kolbottnar.** Värmland. Karlskoga bergslag. Alkvettern. Lanfors.  
7/7 1916.

Kolbotten använd hösten 1915.

Salpeterreaktion:

*Matricaria inodora*, skarp r., *Rumex acetosella*, skarp r.

Kolbotten använd vintern 1913—1914.

Salpeterreaktion:

*Matricaria inodora*, tydl. reaktion.

*Poa trivialis* och *Phleum pratense*, ingen reaktion.

5. **Tjärdal.** Jörns revir. Krpk. Östra Jörnsmarken.  
Gammal, halvt förfallen tjärdal. Å den nakna, svarta tjärdalsjorden en gles och sparsam vegetation:

*Betula odorata*, *B. verrucosa*, *Calluna vulgaris*, *Cerastium vulgatum*, *Empetrum nigrum*, *Epilobium angustifolium*, *Festuca rubra*, *Luzula pilosa*, *Matricaria inodora*, *Pinus silvestris*, *Poa pratensis*, *Polytrichum juniperinum*, *Rumex acetosella*, *Salix nigricans*.

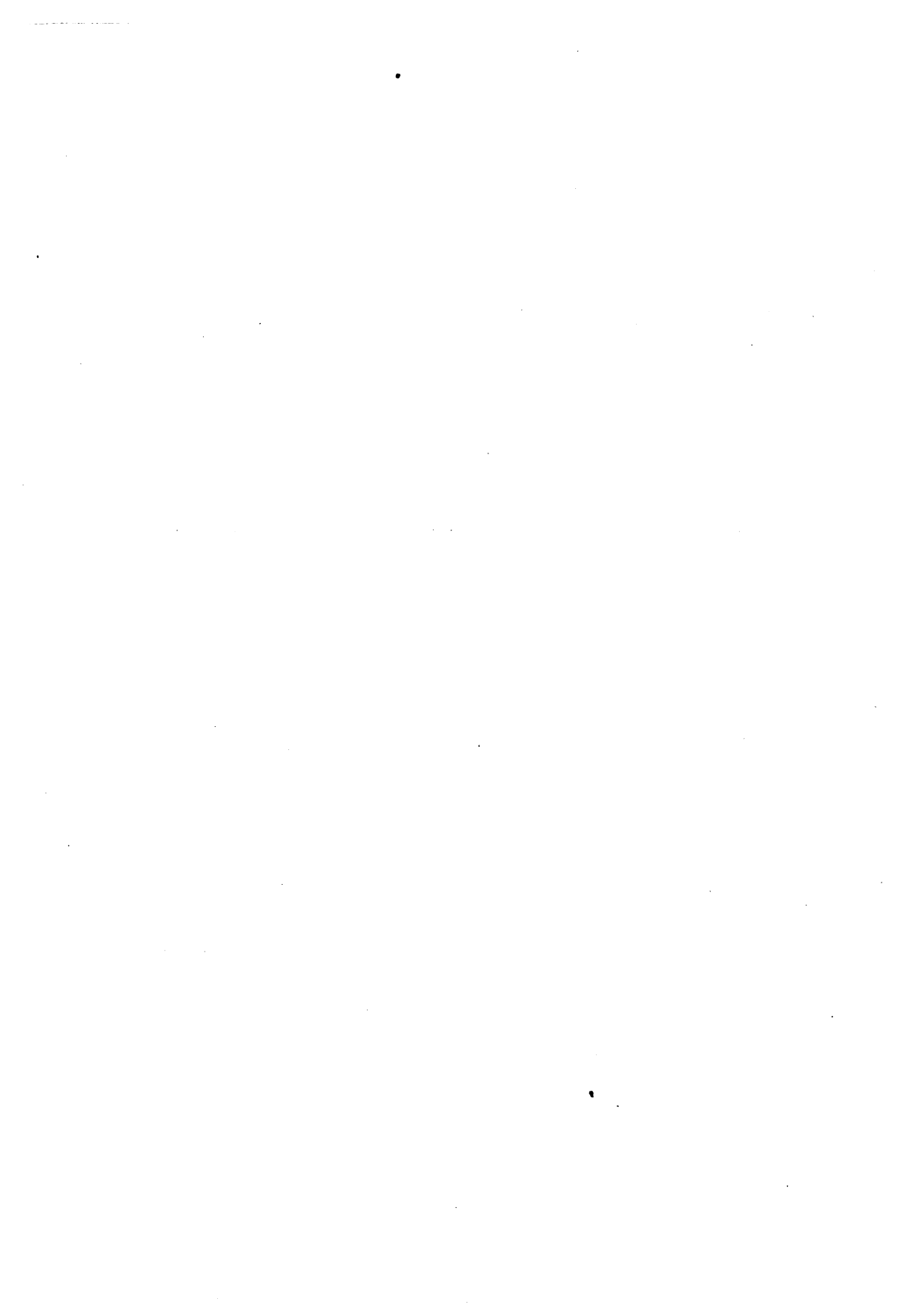
De unga tallplantorna äro särdeles vackra.

**Bakteriologisk undersökning.** Jordprov bilda nitrit i en ammoniumsulfatlösning.

# TABELLER.

AMMONIAKAVSPALTNING I PEPTONLÖSNING, NITRIFIKATION, DENITRIFIKATION, SALPETERBILDNING VID JORDPROVENS LAGRING.

---





**Tab. 1. Ammoniakavspaltningförsök i peptonlösning. Jordprov från kalhyggen utan bränning eller markberedning och från angränsande bestånd.**

Tio ccm 1,5 % lösning, fem ccm jorduppslamning (1 : 1).

The production of ammonia from peptone. Samples from clearings without burning and surrounding forest.

1	2	3	4	5
Nr.	Provet's art och härstamning Nature and locality of samples	Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. Page	Provrör Test-tube Ammoniak-N Ammonie (ex- pressed as nitrogen) mg.	Medeltal Average mg.
1	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Pite krpk. Rokliden.	<b>Kalhygge</b> Clearing	— 2,8 3,8 3,6	3,4
2	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Pite krpk. Rokliden.	<b>Bestånd</b> Wood	— 1,1 1,8 1,5	1,5
3	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Västerbotten. Krpk Kulbäcksliden.	<b>Bestånd</b> Wood	— 1,8 1,3 1,4	1,5
4	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Västerbotten. Krpk Kulbäcksliden.		— 1,1 1,1 1,3	1,2
5	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Västerbotten. Krpk Kulbäcksliden.		— 1,7 1,8 2,5	2,0
6	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Västerbotten. Krpk Kulbäcksliden.	<b>Kalhygge</b> Clearing	— 5,3 4,2 4,3	4,6
7	Mossrik granskog. Råhumus. Mossy spruce-forest. Raw humus. Västerbotten. Krpk Kulbäcksliden.		— 2,2 2,7 3,0	2,6
8	Mossrik barrblandskog. Mullartad humus. Mossy spruce-forest. Mould-like humus Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradssällmanning.	<b>Bestånd</b> Wood	1917 <sup>1</sup> s. 467 5,7	5,7
9	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mossy spruce-forest. Mould-like raw humus. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradssällmanning.		1917 s. 467 1,8	2,1 2,2 1,8

<sup>1</sup> Se Hesselman 1917.

1	2	3	4	5	
Nr.	Provets art och härstamning Nature and locality of samples	Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. Page	Provör Ammoniak-N Test-tube Ammonia (ex- pressed as nitrogen) mg.	Medeltal Average mg.	
10	Mossrik barrblandskog. Lucker råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsnllmänning.	<b>Bestånd</b> Wood	1917 s. 468	1,3 1,3 1,0	1,2
11	Mossrik barrblandskog. Humusblandad blekjord. Mixed coniferous forest, mossy. Bleached sand mixed with humus. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradssallmänning.		1917 s. 468	0,3 0,8 1,0	0,7
12	Mossrik barrblandskog. <i>Rubus idæus</i> och <i>Epilobium angustifolium</i> Mixed coniferous forest, mossy. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradssallmänning.	<b>Kalhygge</b> Clearing	1034	4,6 4,5 3,2	4,1
<p><b>Tab. 2. Ammoniakavspaltningförsök i peptonlösning. Jordprov från Alkvettern, Värmland.</b></p> <p>The production of ammonia from peptone. Samples from Alkvettern, Värmland.</p>					
1	Lanforsbeståndet. Skog. Lucker råhumus. Lanfors plot. Wood. Mould-like raw humus.	Jfr s. 1036— 1038	4,8 5,3 5,5	5,2	
2	Lanforsbeståndet. Föryngringsyta. <i>Agrostis</i> <i>Cirsium</i> <i>lanceolatum</i> . Mullartad humus. Lanfors plot. Regrowth area. Mould-like humus.	Jfr s. 1036— 1038	6,6 6,2 7,8	6,9	
3	Lanforsbeståndet. Föryngringsyta med <i>Urtica</i> . Mull. Lanfors plot. Regrowth area with <i>Urtica</i> . Mould.	Jfr s. 1036— 1038	3,6 3,9 4,5	4,0	
4	Lucka i granskog. Mullartad humus. Small clearing in spruce-forest Mould-like humus.	Jfr s. 1036— 1038	4,9 5,5 5,6	5,3	
5	Lucka om $\frac{1}{4}$ tunnland i granskog. Mullartad humus. Quarter-acre clearing in spruce-forest. Mould-like humus.	Jfr s. 1036— 1038	4,9 5,0 4,8	4,9	

1	2	3	4	5
Nr.	Provet's art och härstamning Nature and locality of samples	Detaljerad beskrivning Detailed description  Sid. Page	Ammoniak-N Ammonia (ex-pressed as nitrogen)  Provrör Test-tube mg.	Medeltal Average  mg.

**Tab. 3. Ammoniakavspaltningsförsök i peptonlösning. Jordprov från brandfält och svedda hyggen.**

The production of ammonia from peptone. Samples from burns at Selsjön, Ångermanland.

1	Hårt bränt parti. <i>Epilobium angustifolium</i> och <i>Polytrichum juniperinum</i> . Severely burnt section.	1909 års brandfält Area burnt in 1909	1046	2,7 3,1 2,5	2,8
2	Mindre hårt bränt. Lingonristäcke, nästan oskadat. Moderately burnt section. Covering of whortleberry shrubs almost uninjured.		1046	2,0 1,5 2,2	1,9
3	Ganska hårt bränt parti. <i>Polytrichum commune</i> och <i>Ceratodon purpureus</i> . Rather severely burnt section.		1046	1,8 2,4 2,1	2,1
4	Mindre hårt bränt parti. Lingonrismatta nästan oskadad. Moderately burnt section. Carpet of whortleberry shrubs almost uninjured.		1046	0,7 0,6 1,0	0,8
5	Hårt bränt parti. <i>Polytrichum juniperinum</i> . Severely burnt section.		1046	1,8 2,5 2,9	2,4
6	Kolat humustäcke. Spridda små <i>Epilobium</i> plantor. Covering of charred humus.	1911 års brandfält Area burnt in 1911	1046	1,3 0,8 2,7	1,6
7	Kolat humustäcke. Små <i>Epilobium</i> plantor. Covering of charred humus.		1046	2,7 2,5 2,2	2,5
8	Kolat humustäcke. Cirka en cm mäktigt. Covering of charred humus, about 1 cm thick.		1046	1,8 2,0 1,7	1,8
9	Mindre sänka i marken med mera humus. Hallon-plantor. Small hollow in the ground with more humus. Raspberry plants.		1046	4,6 5,3 5,2	5,0

1	2	3	4	5	
Nr.	Provets art och härstamning Nätüre and locality of samp'les	Detaljerad beskrivning Detailed description  Sid. Page	Provrör Ammoniak-N Test-tube Ammonia ex- pressed as nitrogen) mg.	Medeltal Average mg.	
10	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus.	<b>Bestånd invid brand- fältet</b>  Wood near burnt area	1917 s. 470	2,2 2,1 2,7	2,3
11	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus.		1917 s. 470	2,4 2,0 2,1	2,2
12	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Raw humus.		1917 s. 470	1,3 1,1 1,0	1,1
13	Hårt bränt parti. <i>Polytrichum juniperi- num</i> . <i>Epilobium angustifolium</i> . Severely burnt section.	<b>1909 års brandfält</b>  Area burnt in 1909	1046	1,8 2,0 1,0	1,6
14	Hårt brännt parti. <i>Rumex acetosella</i> , Severely burnt section.		1046	2,4 3,0 2,1	2,5
15	Hårt bränt parti. <i>Epilobium angustifolium</i> . Severely burnt section.		1046	1,7 1,4 2,1	1,7
16	Lerrik morän omkring bäck. Rik vegeta- tion. <i>Rubus idæus</i> och <i>Epilobium an- gustifolium</i> . Clayey moraine round a stream. Rich vegetation.		1046	10,7 10,1 10,0	10,3
17	Föga bränt parti. Lingonrismatta. Slightly burnt section. Carpet of whortleberry shrubs,		1046	1,1 1,0 0,8	1,0
18	Groddplantor och äldre plantor av <i>Epilo- bium angustifolium</i> . Germinating plants and older plants of <i>Epilo- bium angustifolium</i> .		1046	1,5 1,5 1,5	1,5
19	Mullrik jord med <i>Urtica dioica</i> . Soil rich in mould,		Area burnt in 1909 and 1911	1046	11,8 10,4 11,2

1	2	3	4	5
Nr.	Provet's art och härstamning Nature and locality of samples	Detailerad beskrivning Detailed description Sid. Page	Provrör Ammoniak-N Test-tube Ammonia (ex- pressed as nitrogen) mg.	Medeltal Average mg.
20	Kolat humuslager. Groddplantor av <i>Epilobium angustifolium</i> . Layer of charred humus. Germinating plants of <i>Epilobium angustifolium</i> .	<b>1911 års brandfält</b> Area burnt in 1911	1046 1,5 1,7 2,2	1,8
21	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Raw humus.	<b>Bestånd invid brandfältet</b> Wood near the burnt area	1917 s. 470 1,8 1,1 1,3	1,4
22	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus.		1917 s. 470 2,0 1,4 1,7	1,7
21	Mycket hårt bränt parti. <i>Epilobium angustifolium</i> . Very severely burnt section.	<b>1911 års brandfält</b> Area burnt in 1911	1046 1,3 1,0 1,1	1,1
23	Moränsluttning med tunnt, koligt humuslager. Små <i>Epilobium</i> -plantor. Moraine slope with thin layer of humus mixed with.		1046 2,5 2,9 3,5	3,0
24	Lerig moränsluttning. Små <i>Epilobium</i> -plantor. Clayey moraine slope. Small <i>Epilobium</i> plants.		1046 2,4 2,4 2,5	2,4
24	Två ggr. bränd mark på lerrik morän. Twice burnt ground on clayey moraine.		1046 2,1 2,0 2,8	2,3
25	25-årigt brandfält. Burnt area twenty-five years old.	<b>Gammalt brandfält</b> Old burn	1047 1,8 1,1 1,0	1,3
26	1909 års brandfält. Under <i>Polytrichum</i> -täcke. Area burnt in 1909. Under carpet of <i>Polytrichum</i> .	<b>1909 års brandfält</b> Area burnt in 1909	1047 1,8 1,4 1,1	1,4
27	Gråalsbestånd. Mulljord. Gray alder forest. Mould-soil.	<b>Bestånd nära brandfältet</b> Wood near the burnt area	1917 s. 470 9,5 9,8 9,1	9,5
28	Mossrik barrblandskog. Mixed coniferous forest, mossy.		1917 s. 470 1,1 1,3 0,8	1,1
29	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mixed coniferous forest. Mould-like raw humus.		1917 s. 470 2,5 2,4 2,4	2,4

Proven 1—12 samlade i aug. 1913. 13—22 i okt. 1913, 23—29 aug. 1914.  
Samples 1—12 collected Aug. 1913, 13—22 Oct. 1913, 23—29 Aug. 1914.

Tabell 5. Nitrifikationsförsök i lösning.  
Nitrification-experiments in solution.

1 Nr.	2 Provets art och härstamning Nature and locality of samples	3 Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. Page	O b s e r - D a y s o f					
			23/12 1914			29/ 2 1914		
			H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	Lanforsbeståndet. Skog. Lucker råhumus ..... Lanfors wood. Forest. Raw humus	1036—1038	3	0	0	3	(1)	0
2	Lanforsbeståndet. Föryngringsyta. Mullartad hu- mus. <i>Agrostis</i> , <i>Cirsium lanceolatum</i> . ..... Lanfors wood. Regrowth area. Mould-like humus	1036—1038	3	0	0	3	0	0
3	Lanforsbeståndet. Föryngringsyta med <i>Urtica</i> ... Lanfors wood. Regrowth area with <i>Urtica</i> . Mould-like humus	1036—1038	3	0	0	3	0	0
4	Lucka i granskog. Mullartad humus ..... Small clearing in spruce-forest. Mould-like humus	1036—1038	3	0	0	3	0	0
5	Lucka om 1/4 tunnland i granskog. Mullartad humus ..... Quarter-acre clearing in spruce-forest. Mould-like humus	1036—1038	3	0	0	2	0	0

Tabell 6. Nitrifikationsförsök i lösning. Jordprov  
Nitrification-experiments in solution. Samples

1 Nr.	2 Provets art och härstamning Nature and locality of samples	3 Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. page	O b s e r - D a y s o f					
			15/10 1913			4/11 1913		
			H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	1909 års brandfält. Hårt bränt parti. <i>Epilobium</i> <i>och Polytrichum juniperinum</i> ..... Area burnt in 1909. Severely burnt	1046	(1)	3	2	1	3	2
2	1909 års bandfält. Mindre hårt bränt. Lingon- ristäcke, nästan oskadat ..... Area burnt in 1909. Slightly burnt. Covering of whortle- berry shrubs almost uninjured	1046	1	(1)	0	2	3	1

**Jordprov från Alkvettern, Värmland.** Buhlert—Fickendeys lösning.

Soil samples from Alkvettern, Värmland.

4																				
vationsdagar																				
observation																				
1 <sup>2</sup> /1 1915			2 <sup>8</sup> /2 1915			1 <sup>1</sup> /2 1915			6/3 1915			27/3 1915			22/4 1915			15/6 1915		
H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2	(1)	0	2	(1)	0	2	(1)	0	(2)	(1)	0	(2)	(1)	0	1	(1)	0	(1)	(1)	0
2	0	0	2	2	0	0	3	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
2	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	1	0	1	3	3	(1)	3	3	1	3	3
3	0	0	3	2	0	2	3	1	(2)	3	3	1	3	3	(1)	3	3	0	3	3
2	0	0	2	2	0	2	3	3	(2)	3	3	1	3	3	1	1	3	(1)	1	3

**från brandfältet vid Selsjön i Ångermanland.** Buhlert—Fickendeys lösning.

from the burn at Selsjön in Ångermanland.

4																				
vationsdagar																				
observation																				
2 <sup>2</sup> /11 1913			6/12 1913			1 <sup>9</sup> /12 1913			10/1 1914			13/2 1914			1 <sup>9</sup> /3 1914			7/5 1914		
H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	3	2	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	0	3
2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	1	2	1	1	2	1	(1)	0	2

1 Nr.	2 Provets art och härstamning Nature and locality of samples	3 Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. Page	O b s e r - D a y s o f					
			15/10 1913			4/11 1913		
			H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
3	1909 års brandfält. Ganska hårt bränt parti. <i>Polytrichum commune</i> och <i>Ceratodon purpureus</i> Area brunt in 1909. Rather badly burnt	1046	1	(1)	0	2	(1)	0
4	1909 års brandfält. Mindre hårt bränt. Lingonrismatta nästan oskadad..... Area brunt in 1909. Slightly burnt. Covering of whortleberry almost uninjured	1046	1	(1)	0	1	(1)	0
5	1909 års brandfält. Hårt bränt parti. <i>Polytrichum juniperinum</i> ..... Area brunt in 1909. Badly burnt	1046	0	3	2	0	3	2
6	1911 års brandfält. Kolat humustäcke. Spridda små <i>Epilobium</i> plantor..... Area brunt in 1911. Covering of charred humus. Small <i>Epilobium</i> -plants	1046	0	3	2	0	3	2
7	1911 års brandfält. Kolat humustäcke. Små <i>Epilobium</i> -plantor..... Area brunt in 1911. Covering of charred humus	1046	0	3	(3)	0	3	3
8	1911 års brandfält. Kolat humustäcke. Cirka en cm mäktigt..... Area brunt in 1911. Covering of charred humus. About one cm thick	1046	0	3	3	0	3	3
9	1911 års fält. Mindre sänka i marken med mera humus. Hallon-plantor..... Area brunt in 1911. A small hollow in the ground with more humus. Raspberry plants	1046	0	3	3	(1)	3	3
10	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus..... Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus	1917 s. 470	2	0	0	2	0	0
11	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus..... Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus	1917 s. 470	3	0	0	3	0	0
12	Mossrik barrblandskog. Råhumus..... Mixed coniferous forest, mossy. Raw humus	1917 s. 470	3	0	0	3	0	0



SKOGSFÖRYNGRINGSÅTGÄRDERNA OCH SALPETERBILDNINGEN I MARKEN. 1063

4

va  
tio  
ns  
da  
gar  
ob  
ser  
va  
tio  
n

22/11 1912			6/12 1913			19/12 1913			10/1 1914			13/2 1914			19/3 1914			7/5 1914		
H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2	0	0	1	3	(1)	0	3	2	0	3	2	0	3	2	0	3	2	0	3	2
2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	(1)	0	0
0	1	3	0	0	3															
0	3	2	0	3	2	0	3	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
0	0	3																		
(2)	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	(1)	0	0
2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0

Tabell 7. Nitrifikationsförsök i lösning.  
The nitrification of soil samples in solution. Soil

1 Nr.	2 Provets art och härstamning Nature and locality of samples	3 Detaljerad beskrivning Detailed description Sid. Page.	O b s e r - D a y s o f											
			8/9 1914			23/9 1914			7/10 1914			21/10 1914		
			H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	Kolbotten från vintern 1912—1913. Yttre delen ..... Charcoal-burning ground from the winter of 1912—1913. Outer part. Ångermanland. Selsjön.	1050	3	0	0	3	0	0	2	0	0	(2)	0	0
2	Kolbotten från vintern 1912—1913. Inre delen ..... Charcoal-burning ground from the winter of 1912—1913. Inner part. Ångermanland. Selsjön.	1050	3	0	0	3	0	0	(2)	1	0	(1)	3	(2)
3	Kolbotten från vintern 1912—1913. Rik flora ..... Charcoal-burning ground from the winter of 1912—1913. Rich flora. Ångermanland. Selsjön.	1051	3	0	0	2	0	0	2	0	0	(2)	(1)	0
4	Kolbotten. Brandfältet vid Selsjön ..... Charcoal-burning ground. Burnt area near Selsjön. Ångermanland. Selsjön.	1051												
5	Tjärdal. Jord, som använts för att släcka kolen ..... Tar-hollow. Earth used to smother the charcoal. Västerbotten. Ö. Jörnsmarken.	1052				3	0	0	2	0	0	(2)	0	0
6	Tjärdal. Jord, som legat över tjärdalen. Vackra tallplantor. Tar-hollow. Earth that lays over the tar-hollow. Fine pine-plants. Västerbotten. Ö. Jörnsmarken.	1052				3	0	0	2	0	0	(2)	0	0

**Jordprov från kolbottnar och tjärdalar.** Buhlert Fickendeys lösning.  
**samples from charcoal-burning grounds and tar-hollows.**

4																																
v a t i o n s d a g a r																																
o b s e r v a t i o n																																
4/11 1914			18/11 1914			2/12 1914			16/12 1914			11/1 1915			12/2 1915			8/3 1915			29/3 1915			28/4 1915			16/6 1915					
H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>3</sub> N	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
(1)	0	0	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
0	3	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	(1)	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
(1)	2	0	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
						3	0	0	3	0	0	(1)	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	3						
1	0	0	1	3	(1)	0	3	2	0	3	3	0	3	3	(2)	3	3	1	3	3	(1)	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
1	0	0	0	3	2	0	3	2	0	3	3	0	3	3																		

**Tab. 4. Ammoniakavspaltningförsök i peptonlösning. Jordprov från för skogskultur svedda marker.**

Tio ccm 1,5 % lösning, fem ccm jorduppslamning (1 : 1).

The production of ammonia in a solution of peptone. Samples from ground burnt for forest-culture.

1	2	3	4	5
Nr.	Provets art och härstamning. Nature and locality of samples.	Detaljerad beskrivning Detailed description  Sid. Page	Provrör Mg. Amm.-N Test-tube Ammonia (ex- pressed as nitrogen)  mg.	Medeltal Average  mg.
1	För skogskultur svedd mark. Vegetation av <i>Veronica officinalis</i> och <i>Agrostis vulg.</i> Ground burnt for forest-culture. Vegetation of <i>Veronica officinalis</i> och <i>Agrostis vulg.</i> Ångermanland. Anundsjö sn. Brattsjö.	<b>Marken svedd 1902, prov taget 1914.</b> Burnt in 1902, sample taken in 1914	1049  8,0 8,4 8,7	8,4
2	För skogskultur svedd mark. Prov under <i>Polytrichum</i> -matta. Ground burnt for forest-culture. Sample taken from under carpet of <i>Polytrichum</i> . Ångermanland. Anundsjö sn. Brattsjö.	Burnt in 1902, sample taken in 1914	1049  2,7 2,8 3,5	3,0
3	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Mixed coniferous forest, mossy. Mould-like raw humus. Ångermanland. Anundsjö sn. Brattsjö.	<b>Bestånd</b> Wood	—  2,2 2,2 1,8	2,1
4	Ungskog av tall och lärk. 16 år. Young forest of pine and larch. 16 years old. Södermanland. Björkviks sn. Jönåker.	<b>Hygge bränt 1898, prov taget 1915.</b> Area burnt in 1898, sample taken 1915	1050  3,9 3,1 2,8	3,3











**Tab. 11. Jordprovens förmåga att vid lagring bilda salpeter.  
Kalhyggen å Jönåkers häradsallmännig.**

 The nitrification in the soil-samples.  
Clearings in Södermanland, Jönåker.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provet's art och härstamning Nature and locality of samples	Detailerad beskrivning Detailed description	Gödningsförlust av torkat prov Loss on ignition	Total-N av torkat prov Total-N of dried sample	Total-N av gödningsförlust Total-N of loss on ignition	Ursprunglig halt av salp.-N Original content of N as nitrate	Slutlig halt av salp.-N Final content of N as nitrate	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Original content of N as nitrate in % of total-N	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Final content of N as nitrate in % of total-N	Lagringstid Time of nitrification
		Sid. Page	%	%	%	mg. per kg.	mg. per kg.			veckor Weeks
1	Hygge vintern 1915—1916. Prov taget den 30/5 1916. Clearing, made in winter 1915—1916. Sample taken 30/5 1916.	1032	16,9	0,4	2,2	0,0	0,5	0,000	0,033	13
2	Hygge vintern 1914—1915. Prov taget den 30/5 1916. Clearing, made in winter 1914—1915. Sample taken 30/5 1916.	1033	29,9	0,6	1,9	8,0	140,9	0,133	2,333	
3	Hygge vintern 1913—1914. Prov taget den 30/5 1916. Clearing, made in winter 1913—1914. Sample taken 30/5 1916.	1033	34,5	0,7	2,1	30,0	250,0	0,429	3,571	
4	Hygge vintern 1911—1912. Prov taget den 30/5 1916. Clearing, made in winter 1911—1912. Sample taken 30/5 1916.	1034	17,0	0,4	2,5	4,0	130,0	0,100	3,250	
5	Hygge vintern 1910—1911. Prov taget den 20/11 1915. Clearing, made in winter 1910—1911. Sample taken 20/11 1915.	1034	3,3	0,8	2,3	—	520,0	—	6,500	

**Tab. 12. Hyggen utan nitrifikation.**  
Clearings without nitrification.

1	Hygge i mossrik granskog. Clearing in mossy spruce-forest. Västerbotten. Degerfors revir. Kulbäcksliden. Kåtaåsen.	Jfr s. 1040	16,6	0,4	2,4	0,0	0,6	0,000	0,015	11
2	Hygge i mossrik granskog. Clearing in mossy spruce-forest. Jämtland. Bräcke revir. Ammerkrpk.	1040	18,1	0,4	2,4	0,0	0,4	0,000	0,010	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
N:o	Provets art och härstamning Nature and locality of samples	Detaljerad beskrivning Detailed description	Sid. Page	Glödgningsförlust av torkat prov Loss on ignition %	Total-N av torkat prov Total-N of dried sample %	Total-N av glödgningsförlust Total-N of loss on ignition %	Ursprunglig halt av salp.-N Original content of N as nitrate mg. per kg.	Slutlig halt av salp.-N Final content of N as nitrate mg. per kg.	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Original content of N as nitrate in % of total-N	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Final content of N as nitrate in % of total-N	Lagringstid Time of nitrification veckor Weeks
3	Hygge i mossrik granskog. Clearing in mossy spruce-forest. Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk.	1038		13,4	0,3	2,2	0,0	0,3	0,000	0,010	9
4	Hygge i mossrik granskog med tall. Clearing in mossy spruce-forest. Västerbotten. Degerfors revir. Kul- bäcksliden.	1040		89,3	1,4	1,6	1,0	0,8	0,007	0,006	14
<b>Tab. 13. Jordprov från smärre nitrificerande fläckar i hyggen utan nitrifikation etc.</b> Samples from small nitrifying areas.											
1	Parti med hallon å hygge med <i>Aira flexuosa</i> . Area of <i>Rubus idæus</i> on a clearing with <i>Aira flexuosa</i> . Piteå revir. Roklidens försöksfält.	—		49,4	0,5	1,0	—	48,0	—	0,960	9
2	Vindfällslucka med hallon. Small clearing caused by the wind, with <i>Rubus idæus</i> . Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk.	1045		37,9	0,8	2,1	36,0	280,0	0,450	3,500	14
3	Parti med <i>Rumex acetosella</i> å hygge med <i>Aira flexuosa</i> . Area with <i>Rumex acetosella</i> in a clearing with <i>Aira flexuosa</i> . Västerbotten. Degerfors revir. Krpk. Svartberget.	1041		29,9	0,5	1,5	4,0	120,0	0,080	2,400	
4	Väggkant med vackra tallplantor. Roadside with luxuriant pine-plants. Västerbotten. Jörn.	1917 s. 487		3,4	0,1	3,2	—	48,0	—	4,800	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Nature and locality of samples	Detailerad beskrivning Detailed description	Glödgningsförlust av torkat prov Loss on ignition	Total-N av torkat prov Total-N of dried sample	Total-N av glödgningsförlust Total-N of loss on ignition	Ursprunglig halt av salp.-N Original content of N as nitrate	Slutlig halt av salp.-N Final content of N as nitrate	Ursprunglig halt av salp.-N i % Original content of N as nitrate in % of total-N	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Final content of N as nitrate in % of total-N	Lagringstid Time of nitrification
		Sid. Page	%	%	%	mg. per kg.	mg. per kg.			veckor Weeks

Tab. 14. Brandfält och för skogskultur svedda hyggen.  
Burns and areas burnt for forest-culture.

1	Brandfält från år 1909. Prov taget den $\frac{24}{8}$ 1914. Under <i>Polytrichum juniperinum</i> . Area burnt in 1909. Sample taken $\frac{24}{8}$ 1914 from under covering of <i>Polytrichum juniperinum</i> . Ångermanland, Selsjön.	1046	34,2	0,7	2,0	0,4	24,0	0,006	0,343	12
2	Brandfält från 1911. Prov taget den $\frac{23}{8}$ 1914. Lerrik moränslutning. Area burnt in 1911. Sample taken $\frac{23}{8}$ 1914. Clayey moraine slope. Ångermanland. Selsjön.	1046	23,3	0,9	3,7	3,5	56,0	0,039	0,622	
3	Brandfält från år 1911. Prov taget den $\frac{9}{9}$ 1915. Under <i>Polytrichum juniperinum</i> . Area burnt in 1911. Sample taken $\frac{9}{9}$ 1915 from under covering of <i>Polytrichum juniperinum</i> . Ångermanland. Selsjön.	1046	24,8	0,3	1,3	—	1,6	—	0,053	
4	Marken svedd 1898. Prov taget den $\frac{20}{11}$ 1915. Kultur av gran, tall och lärk. Area burnt for forest-culture in 1898. Sample taken $\frac{20}{11}$ 1915. Young forest of spruce, pine and larch. Södermanland. Jönåker.	1050	10,8	0,2	2,1	0,3	0,5	0,015	0,025	9
5	Marken svedd 1907. Prov taget den $\frac{10}{9}$ 1915. Tallkultur å svedd mark. Under hallon och <i>Epilobium</i> . Area burnt for pine-culture in 1907. Sample taken $\frac{10}{9}$ 1915 from a place with <i>Rubus idaeus</i> and <i>Epilobium angustifolium</i> . Medelpad. Indalsliden. Krokmyrs-hygget.	1050	22,9	0,6	2,6	0,2	100,0	0,003	1,666	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Nature and locality of samples	Detaljerad beskrivning Detailed description	Glödgningsförlust av torkat prov Loss on ignition	Total-N av torkat prov Total-N of dried sample	Total-N av glödgningsförlust Total-N of loss on ignition.	Ursprunglig halt av salp.-N Original content of N as nitrate	Slutlig halt av salp.-N Final content of N as nitrate	Ursprunglig halt av salp.-N i % av total-N Original content of N as nitrate in % of total-N	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Final content of N as nitrate in % of total-N	Lagringstid Time of nitrification
		Sid. Page	%	%	%	mg. per kg.	mg. per kg.			veckor Weeks
6	Marken svedd 1907. Prov taget den 10/9 1915. Tallkultur å svedd mark. Under <i>Polytrichum juniperinum</i> . Area burnt for pine-culture in 1907. Sample taken 10/9 1915 from under covering of <i>Polytrichum juniperinum</i> . Medelpad. Indalsliden. Krokmyrs-hygget.	1050	22,2	0,5	2,3	0,2	0,4	0,004	0,008	9
7	Marken svedd våren 1914. Prov taget den 10/9 1915. För skogskultur svedd mark. Area burnt for pine-culture in spring 1914. Sample taken 10/9 1915. Jämtland. Bispgården. Krpk. Torrsjölandet.	1048	23,8	0,5	2,1	0,3	190,0	0,006	3,800	
8	Marken svedd våren 1907. Prov taget den 31/5 1916. Tallkultur å svedd mark. Area burnt for pine-culture in spring 1906. Sample taken 31/5 1916. Södermanland. Björkviks sn. Södermanland.	1047	56,0	1,3	2,3	0,6	360,0	0,005	2,769	13

Tabell 15. Skog å äldre brandfält

Forest on old burns.

1	Skog å gammal bränna med gran, tall, björk och asp. Forest on an old burn. Spruce, pine, birch, aspen. Jämtland. Bräcke revir. Ansjö krpk.	—	—	—	—	0,0	0,0	0,000	0,000	14
2	Skog å gammal bränna med tall, gran, björk och asp. Forest on an old burn. Pine, spruce, birch, aspen. Piteå sn. Nära Brännfors.	—	66,0	1,7	2,5	0,6	0,8	0,004	0,005	

## LITTERATUR.

- ALBERT, R.: (1912). Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburger Heide. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. Bd. 44.
- ANDERSSON, GUNNAR och HESSELMAN, HENRIK: (1907). Vegetation och flora i Hamra kronopark. Meddel. fr. Statens skogsförsöksanstalt. Häfte 4.
- ASHBY, S. F.: (1907). Some observations on Nitrification. The Journ. of Agricult. Science. Vol. II. Part 1. Cambridge.
- BERLIN, N. KR.: (1915). Om skyddsskogar. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift.
- BLOMBERG, ALBERT och HOLM, G.: (1912). Geologisk beskrifning öfver Nerike och Karl-skoga bergslag samt Fellingsbro härad. Sv. Geol. Unders. Ser. Ca. Nr 2.
- BLOMQVIST, A. G.: (1887). Protokoll, fördt vid Finska forstföreningens årsmöte — — — den} 9 sept. 1884. Finska forstföreningens Meddelanden. Band 5. Helsingfors.
- CHRISTENSEN, HARALD R.: (1915). Studien über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden. Cbltt für Bakt. Abt. II. Bd 43.
- CLEMENTS, F. E.: (1910). The life history of Lodgepole burn forests. U. S. Dep. of Agricult. Forest Serv. — Bull. 79. Washington.
- COOPER, WILLIAM S.: (1913). The climax forest of Isle Royale, Lake Superior and its development. The Botan. Gazette. Vol LV.
- ENGLER, A.: (1905). Aus der Theorie und Praxis des Femelschlagbetriebes. Schweiz. Zeitschr. für Forstw. Bern.
- GRENANDER, TELL: (1916). Berättelse från en studieresa företagen i syfte att bese skogsföryngringsarbeten inom landet. Skogen, årg. III.
- GRINNDAL, TH.: (1911). Om markberedning för själsådd. Skogsvårdsföreningens tidskr., årg. 9.
- HENNING, E.: (1895). Studier öfver vegetationsförhållandena i Jemtland ur forstlig, agronomisk och geologisk synpunkt. Sv. Geol. Unders. Ser. C. Nr 145.
- HESSELMAN, HENRIK: (1917). Studier öfver salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Meddel. från Statens skogsförsöksanst. H. 13—14.
- HILTNER, L.: (1907). Über neuere Ergebnisse und Probleme auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Jahresber. der Vereinig. der Vertreter für angewandte Botanik. Jahrg. V.
- HOLMERZ, C. G. och ÖRTENBLAD, TH.: (1886). Om Norrbottens skogar. Bih. till Domänst. underdån. berättelse rör. skogsväsendet år 1885.
- HOLMGREN, ANDERS: (1911). Skogssådd med tallfrö i Norrland. Årsskr. fr. Fören. för skogsvård i Norrland. 1911. Del I.
- (1914). Blädning eller traktuggning i Norrlands skogar. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift.
- HÖGBOM, A. G.: (1906). Norrland. Naturbeskrifning. Norrl. handbibliotek I. Stockholm och Uppsala.
- KALLIN, K. E.: (1916). Om skyddsskogslagen och dess brister med förslag till lagkomplettering. Skogsvårdsföreningens tidskrift. Årg. 14.
- KEMPE, FRANS: (1909). Skogshushållning i Norrland. Ett program. Norrl. handbibliotek III. Uppsala och Stockholm.
- KAPELOFF, NICHOLAS, LINT. CLAY H. and COLEMAN, DAVID A.: (1916). A review of investigations on soil protozoa and soil sterilization. Cbltt. für Bakt. Abt. II. Bd 46.
- LINDBERG, FERD.: (1915). Om barrträdkulturer i Norrland. Skogsvårdsföreningens tidskrift 1915. Supplementhäfte II.
- LUNDSTRÖM, AXEL: (1895). Om våra skogar och skogsfrågorna. Föreningen Heimdals Folkskrifter. Nr 24. Stockholm.
- LÖHNIS, F.: (1910). Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Berlin.

- MÖLLER, A.: (1902). Ueber die Wurzelbildung der ein- und zweijährigen Kiefer im märkischen Sandboden. Zeitschr. für Forst- und Jagdw. Bd 34.
- (1903). Untersuchungen über ein- und zweijährige Kiefern im märkischen Sandboden. Samma tidskrift. Bd 35.
- (1904). Karenzerscheinungen bei der Kiefer. Ein Beitrag zur wissensch. Begründung einer forstlichen Düngerlehre. Samma tidskrift. Bd 36.
- (1908). Die Nutzbarmachung des Rohhumus (Trockentorf) bei Kiefernkulturen. Samma tidskrift. Bd 40.
- (1912). Ein neues Vegetationshaus und seine praktische Erprobung. Samma tidskrift. Bd 44.
- MÖLLER, A. und ALBERT, R.: (1916). Über Stickstoffdüngung junger Holzpflanzen. Samma tidskrift. Bd 48.
- MÜLLER, P. E. og HELMS, JOHS: (1913). Forsøg med Anvendelse af Kunstgødning til Grankultur i midtjydske Hedebund. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark III.
- NILSSON, ALB. och NORLING, K. G. G.: (1895). Skogsundersökningar i Norrland och Dalarna sommaren 1894. Bih. till Kungl. Domänstyrelsens underdåniga berättelse. Stockholm.
- RAMANN: (1893). Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. Berlin.
- RETAN, GEORGE A.: (1915). Charcoal as a mean of solving some nursery problems. Forestry Quarterly. Vol. XII.
- RUSSELL, E. J. and HUTCHINSON, H. B.: (1909). The effect of partial sterilisation of soil on the production of plant food. Journ. of Agricult. Science. Vol. III. Part 2.
- (1913). The effect of partial sterilisation of soil on the production of plant food. Part II. The Limitation of bacterial numbers in normal soils and its consequences. Journ. of Agricult. Science. Vol. V. Part. 2.
- RÜBEL, E.: (1915). Die internationale pflanzengeographische Exkursion durch Nordamerika 1913. Verh. der schweiz. Naturf. Gesellsch. Teil. II. Genf.
- SCHIMPER, E.: (1890). Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. Flora. Bd 48.
- SCHOTTE, GUNNAR: (1910). Till Tiveden och Hasselfors. Skogsvårdsföreningens exkursion 1909. Skogsvårdsfören. tidskr. Årg. 8.
- (1912). Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. Meddel. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 9.
- (1915 a). Nyare principer för avverknings utförande. Skogsvårdsfören. tidskrift. Årg. 13.
- (1915 b). Berättelse över skogsavdelningens verksamhet åren 1912—1914 jämte förslag till program för treårsperioden 1915—1917. 3. Försök för erhållande av naturlig förnyring. Meddel. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 12.
- VATER, H.: (1905). Düngungsversuche in Saatkämpen auf Sandsteinböden nebst Bemerkungen über die Ausführung forstlicher Saatversuche. Tharandter Forstl. Jahrb. Bd 55.
- (1909). Weitere Düngungsversuche in einem Saatkamp auf Sandsteinboden und Bemerkungen über die Ausführung forstlicher Saatversuche. Samma tidskrift. Bd 59.
- (1909). Bemerkung zur Stickstoffaufnahme der Waldbäume. Samma tidskrift. Bd 59.
- VUORI, E.: (1913). Studien über die durch Brandkultur entstandenen Nadelholzbestände des Staatsforstes Vesijako. Acta forestalia fennica. Bd 2. Helsingfors.
- WAGNER, C.: (1912). Der Blendersaumschlag und sein System. Tübingen.
- WALLMO, UNO: (1895). Rationell skogsafverkning. Örebro.
- WEIS, FR.: (1908). Om Salpetersyrems Forekomst og Dannelse i Muld og Mor. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark II.
- WELANDER, ADOLF: (1910). Trakthuggning eller blädning. Skogsvårdsfören. tidskrift. Årg. 8.

**On the Effect of our Regeneration Measures on the formation  
of Saltpetre in the Ground and its Importance in  
the Regeneration of coniferous Forests.**

BY HENRIK HESSELMAN.

(Swedish text, pp. 923—1076.)

CHAP. I. **Introduction.**

Scarcely any problem in the sphere of forest economy has been discussed so much and given rise to such different views as the question of the easiest and most suitable way of regenerating the forest. When we have to study more closely the questions connected herewith, it is of the utmost importance to have a more intimate knowledge than we have so far possessed concerning the physiology of regeneration, a matter to which too little attention has hitherto been devoted. In this connection we must pay attention to the climate, the supply of light, and the nature of the ground.

As regards the nature of the ground, it seems to me that the physiology of regeneration should be viewed in the main from two standpoints, namely in the first place the greater or lesser suitability of the ground for the germination of the seed, and secondly its capacity to give the plant the requisite nourishment during the first years of development. The suitability of the ground as a germination-bed and its capacity to nourish the young plant, however, are qualities of the ground which by no means need necessarily coincide with one another. Examples of this can be seen, for instance, in the pine-heaths, where in the lichenous covering one comes across extremely numerous plants, the majority of which never develops any farther. Another example is offered by many newly drained peat-bogs, where the seeds easily germinate in the half-damp carpet of *Sphagnum*, but where most of the plants die sooner or later.

The investigation which are described in the present treatise are principally concerned with the capacity of the ground to nourish the young tree-plants, and with the effect in this respect of the usual measures for the care of the forest. Both theoretical and practical reasons have decided me to study in the first place the nitrogen. And I cherish the opinion that the results obtained confirm the correctness of my choice of this point of departure.

CHAP. II. **Increased access of light can increase or produce the  
nitrification of the nitrogen in the humus.**

It is a fact generally known that a greater and more abundant supply of light to the soil of the forest often produces a vegetation at once more prolific and more rich in varieties than that which is met with in dense woods. Usually we may ascribe this change in the vegetation solely and directly to

the increased access of light; but we can easily convince ourselves that the causes lie deeper. The plants that appear on regeneration spaces, whether these consist of small gaps or complete clearings, often consist of such plants as gather saltpetre in their tissue, while the same plants do not occur in dense woods, or, if they do appear there, are entirely destitute of saltpetre. This can be observed both in herbulent spruce-woods, where the nitrogen is normally transformed into nitric-acid, and in certain other forests where no saltpetre is formed in the humus covering so long as the wood is dense (see HESSELMAN, 1917).

These observations thus indicate that a change in the supply of light can influence the transformation of the nitrogen in the soil. A detailed study of the conditions under which this takes place is the object of the present treatise. Good guidance in these studies is provided by what are called the nitratophilous plants, of which I have given some account in a preceding treatise—as, for instance, *Rubus Idaeus*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis* sp. *Arenaria trinervia*, etc. By studying the occurrence of these plants and investigating their content of saltpetre we have an easily available means of estimating the formation of saltpetre in the soil. The results thus obtained, however, should be further supplemented by bacteriological investigations and direct determinations of the capacity of the soil to form saltpetre.

### CHAP. III. Clearings in herbulent coniferous Forests.

(Detailed description on page 1031.)

In herbaceous fir-woods of pine as well as spruce saltpetre is formed in the soil. As far as can be judged both from the so-called stored samples (see HESSELMAN, 1917), and by the nitrate contents of the plants themselves, the formation of saltpetre is not so active as in many other plant-associations. Despite the shade, which delays the assimilation of the saltpetre absorbed, one cannot, as a rule, prove the existence of any nitric acid in the plants which form the carpet of the ground.

In the spruce forests of Jämtland and Lappland, which are developed on a Silurian strata and are rich in herbs, there occurs a rather rich ground flora. Despite the fact that on storing samples of soil can form not inconsiderable quantities of nitrate, it is only quite exceptionally that we can demonstrate the existence of saltpetre in the plants. Even the more markedly nitratophilous kinds, for example raspberry, often give negative results (HESSELMAN, 1917). In these spruce forests an extremely prolific ground vegetation is developed on large gaps or clearings. The vegetation easily attains such luxuriance as to render very difficult the regrowth of the trees. Fig. 3 gives a very good idea of the appearance of such a clearing. The vegetation developed is a markedly nitratophilous flora and saltpetre in considerable quantities can be demonstrated in a very large number of species. A more detailed description of such a clearing is given on page 1031. In the herbulent fir-woods, therefore, the increased access of light, whether it is caused by a large gap or by a complete clearing, promotes an increased formation of saltpetre in the soil.



#### CHAP. IV. Clearings in mossy coniferous woods with nitrification appearing in the soil.

(Detailed description on page 1032.)

In a previous treatise (HESSELMAN, 1917) I have shown that in the mossy coniferous woods the organic nitrogen of the soil is not transformed into saltpetre, but is absorbed by the plants either in the form of ammonia or in the form of more complicated organic compounds of nitrogen. This is also the case in the most productive mossy firwoods, as in the mixed woods, described in detail by SCHOTTE (1912), in the parish of Björkvik in Södermanland, belonging to the communal forests of Jönåker Hundred. The wood in this part of the communal forest is cut by sections on the nurse-tree or shelterwood system («*Schirmhieb*»). I have especially studied a series of clearings on an Ose-gravel ridge (detailed description on pp. 1031—1035).

Before I proceed to a more detailed account of these clearings I wish to mention a few of the more important features of the stands that are cut. The stands consist of pine and spruce intermixed and belong to the usual type of mixed coniferous forest usual in central Sweden. The stands are very compact; bushes are lacking; undergrowth, such as red whortleberry, and bilberry, occur both in small numbers and in most cases with small and weakly developed specimens. Grass and herbs play a very subordinate part. Here and there occur small patches of *Majanthemum bifolium*, sparse specimens of *Luzula pilosa*, and occasionally *Trientalis europaea*, *Melampyrum silvaticum*. *Oxalis acetosella* occurs only exceptionally; and sometimes one finds small patches of *Anemone nemorosa*. In the stands that are adjacent to the complete clearings studied the only grass is *Luzula pilosa*, while herbs are altogether lacking, with the possible exception of species of *Melampyrum* and *Goodyera repens*. The ground covering is mainly composed of an even growth of moss, formed for the most part of *Hylocomium parietinum* and *proliferum*, which are our two commonest forest mosses, and of which the former forms the main part of the mossy covering. It lies quite loose on the ground and can easily be lifted up from the underlying humus covering. This humus covering has a looser structure, is partly mixed with mineral earth, but, nevertheless, belongs in the main to that type of humus which forms a crust on the ground. Isolated small worms are encountered. The form of humus which is found here differs from more marked raw humus in its greater looseness and smaller degree of toughness, and from separate mould in the fact that it forms a special covering to the underlying mineral earth. This form of humus would seem to correspond pretty closely to what the Germans call "Morder". The humus has a markedly sour reaction; there are no nitrification bacteria; and on storing, there are only a few traces of saltpetre. Under this covering of humus we come to a distinct, but not otherwise remarkable, crown of bleached soil, about three to four cm. thick, which rests on a very loose layer of rust-red soil (see too, fig. 4). Both the profile of the ground and the covering of the ground are very characteristic of the better coniferous soils of central Sweden.

When these stands are cut down, there occurs a very extensive change in the soil and in the vegetation. On one clearing, which was made in the winter of 1915—16, a sample of soil was taken at the close of May 1916

(31/5/16). The soil was then practically unaltered, and the moss-covering was still in good preservation except where it was strewn with withered needles. No clearing plants had yet put in their appearance. The sample of soil taken from the clearing formed on storing only very small quantities of saltpetre (see Table 11, No. 1). But in the autumn of the same year a change had already become visible. When the clearing was visited on 7/10 1916, there were found scattered specimens of *Epilobium angustifolium*, *Rubus idaeus*, *Senecio silvaticus* and *Taraxacum officinale*, that is to say several markedly saltpetre plants.

Of these, *Epilobium* and Raspberry, as late as 7 October, gave a powerful nitrate reaction, but not *Taraxacum* and *Senecio*. A total change in the conversion of the nitrogen has evidently begun to make its appearance. Saltpetre, which is not formed in the ground while the trees remain, commences very soon, even during the first year, to be formed on the clearing to such an extent that nitratophilous plants can make their appearance and gather saltpetre into their tissues. The development now continues for some time in this direction, a fact which is further illustrated by the conditions on older clearings.

A clearing from the winter of 1914—15 was examined at the same time as the above-named clearing at the end of May 1916. It had thus lain over a whole summer and was now entering upon its second year. The vegetation of the clearing consisted of *Epilobium angustifolium* and *Galeopsis bifida* and a number of other herbs and grasses. On examination it appeared that *Epilobium*, *Galeopsis* and *Solidago virgaurea* had gathered considerable quantities of saltpetre in their tissues, and that they gave a very powerful reaction with diphenylamine and concentrated sulphuric acid. A sample of soil from this clearing, taken on 31 May 1916, at the same time as the samples from the stand and the clearing of the winter of 1915—16, formed, on being stored, considerable quantities of saltpetre (see too Table 11, No. 2). Thus when the clearing has lain a summer, the formation of saltpetre is extremely active.

The same is also the case with a clearing from the winter of 1914. To judge from the samples stored, the formation of saltpetre is still more active than in the clearing which is a year younger (see too Table 11, No. 3).

On the oldest clearing in this same series, situated on the same ground and with the same exposure, the vegetation of the clearing is very rich. The clearing was made in the winter of 1911—12, and had thus, at the time of investigation (29—31 May, 1916), lain four summers. Amongst the plants of the clearing may be noticed, in addition to *Galeopsis bifida*, several of our most common tilth-weeds, such as sow-thistle (*Sonchus arvensis*), common field thistle (*Cirsium arvense*) and spear-thistle (*Cirsium lanceolatum*), and several others. In the old burnt patches, where the spruce brushwood had been burnt up, may be noticed also nettles (*Urtica dioica*). *Epilobium*, which had now probably grown for four years on the clearing—ever since the summer of 1912—no longer gives any nitrate reaction, whereas raspberry, *Sonchus arvensis* and *Cirsium lanceolatum* do (detailed descriptions page 1034). The samples of soil from the clearing show on storing considerable quantities of saltpetre (see too table 11, No. 4).

A still older clearing lies quite close to the stand described above, but

the ground consists of moraine, not of ose-gravel. The clearing dates from the winter of 1910—11 and was put into order in the spring of 1912. It was examined both in the spring of 1915 and in the spring of 1916, that is when the clearing was four and five years old respectively (A further description is given on page 1034). In the spring of 1916 there was observed powerful nitrate reaction in the raspberry, nettles, and some specimens of *Epilobium angustifolium* and *Galeopsis bifida*. Samples of soil taken in the spring of 1915 formed on being stored considerable quantities of saltpetre (see Table 11, No. 5). From this clearing there were also taken samples of soil for bacteriological investigation. These samples show a great capacity for producing ammonia (see Table 1, No. 12), nitrify very slowly a solution of sulphate of ammonia, and denitrify GILTAY's solution rapidly and with an active formation of gas (see too Tab. 8, No. 6). In these respects the bacterial flora agree with that of the pure mould.

The clearings here described show how the cutting itself, and the greater supply of light that cutting brings with it, can, under favourable conditions, bring about a radical change in the modes of transformation of the nitrogenous composition of the ground. Saltpetre-forming bacteria, which are lacking, or which cannot be demonstrated, in the ground so long as the stand is dense, immigrate quickly and are already to be found on the clearing in the autumn of the first year. A very active nitrification begins, which favours the appearance of markedly nitratophilous plants, including a number of tith-weeds. At the same time, however, the humus covering itself undergoes a number of alterations. The structure becomes more and more mould-like, and the tendency to flocculated structure, already visible when the ground was covered with trees, becomes more and more marked on the cleared ground. But the humus covering still retains its capacity to give an acid reaction.

The stands now described at Jönåker exhibit the same radical changes in modes of transformation in nitrogenous composition when small gaps are examined (see too, fig. 5). In these both raspberry and *Epilobium angustifolium* are wont to appear, and the formation of saltpetre is very active. In a gap about fourteen years old, removed because the spruces had been killed by attacks of bark-borers, *Trientalis europaea*, *Luzula pilosa* and raspberry gave a very strong nitrate reaction. On the other hand, negative results were obtained with *Majanthemum bifolium* and *Epilobium angustifolium* (older and fully developed specimens). Within the dense wood numerous specimens of *Luzula pilosa* were collected, all of which gave negative results on being tested for nitrate.

The mixed coniferous forests in central Sweden often present the same phenomenon as the woods in the communal forests of Jönåker Hundred. As example may be mentioned the forests under Alkvettern in Värmland. No analyses of the humus covering in these woods have been made, but the structure, the nature of the ground, and the covering of the ground, etc. show that the humus-form occurring there is so near akin and so similar to that which occurs in the Jönåker woods that I am sure that no nitrification occurs. Nor have I been able to demonstrate any nitric acid in the herbs that cover the ground of the wood, for instance, *Luzula pilosa*. The vegetation which is found in gaps and on larger clearings, on the other hand, is a

markedly saltpetre flora. In practically all the grasses and herbs considerable quantities of saltpetre can be demonstrated, even in such plants as *Potentilla erecta*, *Veronica officinalis*, etc. in which the existence of saltpetre can seldom be shown.

Specially striking is the rapid changes in modes of transformation which takes place after felling in the Lanfors woods near Alkvettern. Here the forest department of our institute of experimental forestry has a large sample plot for the studying of the usability and suitability in Sweden of the WAGNER method of select cutting. In order to prepare the clearings Professor SCHOTTE in the winter of 1914 (November) made a five metres wide track and in addition to this a belt 20—25 metres broad adjacent to this was cleared of many trees to secure greater access of light [»Lichtlieb»] (SCHOTTE, 1915, b, page 764).

As early as July, 1916, the ground began to change in the above-mentioned track; *Luzula pilosa* had an extremely luxuriant appearance, reminiscent of the plants that contained nitrate. This plant showed no reaction, it is true, nor did the star-flower (*Trientalis europaea*) and *Carex leporina*; but on the other hand active reaction was obtained with quite young specimens of *Epilobium angustifolium* growing in the track. The same changes of soil are observed along the older edges of the stand, where there is an extremely fine regrowth of spruce (see fig. 6). Here we find raspberries, wild strawberries and other plants, indicating the mould-like nature of the soil. Many give a strong nitrate reaction, for instance, raspberry, *Luzula pilosa*, *Epilobium angustifolium*, etc. (see, too, page 1037—1038).

The forests on the Högsjö estate in the parish of Västra Vingåker have for a long time been managed in accordance with WALLMO's select cutting principles (see, too, fig. 7). The ground consists principally of fairly even moraine ground with few boulders, which, to judge by the dominant rock foundation in the region, would seem to consist chiefly of gneiss. Ose-gravel occurs also, for the most part covered with pine.

In the gaps, brought about, by select cutting, various herbs appear, indicating an increased formation of nitrogen in the soil, such as *Veronica chamaedrys* and *V. officinalis*, *Arenaria trinervia*, *Fragaria vesca*, *Cerastium vulgatum*. Fairly regularly, but less commonly than strawberry, there appears raspberry (*Rubus idaeus*) and also *Lactuca muralis*, *Cirsium arvense* and *C. lanceolatum*. Of these plants the raspberry is a markedly nitratophilous plant, and specimens from regrowth gaps have always given a very powerful nitrate reaction, showing that the formation of saltpetre goes on in the soil. *Lactuca muralis* and the two species of *Cirsium* are likewise nitratophilous plants; but their saltpetre content has not yet been investigated.

In the moister places the most usual plant in the gaps is *Pteris aquilina*. It often attains a considerable degree of luxuriance and is somewhat of an obstacle to the development of the spruces, which in the shade of the stately ferns may be very precarious. But the spruces always manage to pull through. Under the ferns there is formed a distinctly mould-like humus, and there develop certain mould-loving mosses, such as *Bryum roseum* and *Astrophyllum cuspidatum*. Saltpetre is formed in the ground, and both *Luzula pilosa* and *Rubus idaeus* show a considerable content of nitrate in such places.

At Äs in Julita parish in Södermanland the forests have the same character as at Högsjö. The mixed coniferous woods are fairly dense; the mosses form the main part of the ground covering; the usual shrubs occur, but these

play a rather subordinate part. Amongst the shrubs may also be noticed *Pyrola chlorantha*. In the woods themselves there appears *Viola riviniana*, but in very isolated specimens. In the wind-caused gaps, even in those of small scope, there very soon appears a nitratophilous vegetation, which gives a strong saltpetre reaction (see, too, page 1038). These plants also occur on ground which has not been disturbed when the trees were blown down by winds.

In the types of forests now described felling has a very distinct influence on the transformation of nitrogen in the soil. Either the formation of saltpetre is very considerably increased, as in the herbulent spruce forest, or else it is produced in ground where formerly nitrification did not take place (e. g. in certain types of mossy coniferous forests). This change is independent of all measures taken to prepare the ground for a new crop. The mere increase in the access of light which accompanies the felling accelerates the formation of saltpetre (herbulent spruce forests) or directs the transformation of nitrogen into new paths, in that it brings about nitrification (the mossy coniferous forests here described).

There are, however, extensive forest lands where the effects of fellings are quite different. These seem to be most extensive in Norrland, but they also occur in other parts of the country.

#### CHAP. V. Clearings in mossy coniferous forests without the appearance of nitrification in the ground.

(Detailed description on page 1038.)

The question of the regeneration of the Norrland forests has during the last few years been more prominent than ever before in discussions about forestry. It has not only become a problem for the practical forester, but it has also attained great importance in forest policy when the question of the felling of the overmature forests has been closely connected with the question of the regeneration of the ground on which they stand. At first it seems to have been hoped that effective regeneration would be obtained merely by a select cutting of the timber; but as these hopes have proved to be mistaken, the tendency has gradually been to find in complete clearing the right principle for the utilization and regeneration of the overmature forests of Norrland.

The raw humus covering in the Norrland forests is often fully developed; and this is especially the case in the mossy spruce woods which have become very sparse owing to select fellings of timber. In these the bilberry shrubs have attained a high degree of development, especially in the somewhat lighter parts between the trees, while the red whortleberry shrub is usually predominant immediately under the crowns of the trees. The timber felling here seems often to have brought about conditions extremely favourable for the bilberry shrub; and as that shrub is a powerful former of raw humus, this form of cutting has also favoured the development of a great raw humus covering. We may refer to figs. 8 and 9 for an example of the shape this can take in a fairly old, extremely sparse spruce forest with weak powers of growth. Under the covering of living moss we find a very thick and strong layer of half-mouldered moss remains, penetrated by the underground branches of the

berry shrubs and to some degree woven together by their roots. Under this we come to a less compact layer of peat-like or peat-formed consistency, tough and tenacious, which only in the immediate neighbourhood of mineral soil has a distinctly loose and flocculated structure (see fig. 8 and 9). The depth of the humus covering is as much as 7—9 cm., that is to say, nearly twice as much as in the Jönåker woods (see fig. 4). Beneath this raw humus covering we come to a layer of bleached soil, having a very distinctive character of its own and with a depth of as much as 10 cm., more or less. The samples here figured may be regarded as very representative of the thoroughly cleared spruce forests of upper Norrland (see fig. 10).

As in our mossy coniferous forests, with favourable conditions of ground, there are also lacking nitrification organisms in the more distinctly marked raw humus covering. Samples of soil do not produce any formation of saltpetre in a suitable solution of sulphate of ammonia; and only very small quantities of saltpetre are formed on storing (cf. HESSELMAN, 1917). Nor do the samples of earth denitrify GILTAY'S solution, and the capacity of producing ammonia in a pepton solution is weak.

The change of vegetation which occurs on cutting in these forests is far less radical than in the types described in the preceding chapter. Even in dense woods, or in woods which through select cutting of the timber are only half dense, the *Aira flexuosa* plays a very important part, which, however, is not very obvious so long as the plant does not blossom. On a complete clearing, however, it becomes much more frequent, and, moreover, by passing into the blossoming stage it becomes very much more obvious to the eye. A complete clearing in these old spruce forests often resembles a grass-field, grass-stalks sometimes stand as close together as on ploughland, and the brownish violet stems and flowers give to the ground a distinctive shimmer of violet. Simultaneously with this change in vegetation the humus covering is more or less transformed. It is woven together by the numerous fine roots of *Aira flexuosa*, the mouldering is often very much accelerated, the layer of humus diminishes and gets a more mould-like structure, and occasional worms are encountered in the ground. But they do not bring about any considerable mixture with the underlying bleached soil, and it is only in the very uppermost part of it that that layer becomes mixed with humus (compare, too, fig. 11).

The raw humus covering thus undergoes certain changes through complete cutting. These changes also show themselves in the more powerful activity of the micro-organisms; the capacity to produce ammonia in the clearing is much greater than in the woods—the difference is often very considerable (see Table I, Nos. 1—7). The bacteria of nitrification do not immigrate, however, and the samples of earth do not nitrify a solution of sulphate of ammonia. The soil forms only quite inconsiderable quantities of saltpetre on being stored, often not more than samples of the same kind from the neighbouring forest (see too Table 12, Nos 1—4).

On the raw humus clearings that are characterized by a richly developed vegetation of *Aira flexuosa*, the transformation of nitrogen becomes more active, it is true, but no change takes place in it. The ammonia formed in the process of mouldering is

not oxidized into nitric acid, just as little as in the neighbouring wood.

Complete clearings in the spruce forests of upper Norrland, with a raw humus covering, belong, as a rule, to this type, but the change of vegetation depends very much on the conditions of the ground and other factors. Even minor variations in the ground that are not at all prominent when the wood is dense, may make themselves very strongly felt on the clearing.

There are, however, certain parts in the sparse spruce forests with raw humus that have a more or less regular tendency to be occupied with a more herbulent vegetation. These places are found in the neighbourhood of and adjacent to the old stumps, where one often comes across raspberry (*Rubus idaeus*) and *Epilobium angustifolium*. This is connected with the influence exercised by mouldering brushwood and timber on the transformation of nitrogen in the ground.

#### CHAP. VI. **The influence of brushwood and withering timber on the transformation of nitrogen in the ground.**

(Detailed description on page 1043.)

In many of the spruce forests of Norrland, above all within the Silurian region of southern Lapland, one can make an observation which may seem insignificant in itself, but which, with regard to the question before us, has both theoretical and practical interest. On the boundary lines and in small gaps one finds a certain break in the somewhat monotonous covering of the ground, consisting of mosses and berry shrubs. Raspberry, more or less mingled with *Epilobium angustifolium*, replaces in patches the normal covering of the ground (see fig. 12). If one looks a little closer, one finds that the raspberry is confined to the neighbourhood of the old stumps, and that they thrive especially on those parts of the ground where the spruce brushwood was allowed to remain and moulder after the trees had been felled. It is therefore this that has produced nitratophilous vegetation.

In analogy with the observations just mentioned, we sometimes find how old mouldering trunks give a nitratophilous turn to the vegetation of the clearing. In Sösjö Crown Park in Bräcke revir one can thus observe that the raspberry plants grow on both sides of old half mouldering trunks while the rest of the ground is occupied by *Aira flexuosa* or berry shrubs.

Similar observations can be made in central Sweden also. In many of the complete clearings in Garpenberg Forests, the present training park of the High School of Forestry, *Aira flexuosa* is the predominant plant in the clearings. On the brushwood heaps, however, one finds a nitratophilous vegetation of raspberry, *Epilobium angustifolium* and *Galeopsis bifida*. Similar observations can be made in many other places in our forests.

These observations show clearly enough that mouldering timber, whether composed of old trees, brushwood left behind on felling,

stumps or large boughs, favour the transformation of the nitrogen into nitric acid. For this, however, it is necessary that the timber should moulder in fairly large quantities; dry and slowly mouldering branches left behind in the clearings seem to have no effect whatever.

In full analogy with what has been said here stands the vegetation in the places where timber has been rough-hewn, or the nature of the vegetation round small sawmills in the forest, where one finds piles of mouldering wood in the form of sawdust or chips. Characteristic plants are raspberry, *Epilobium angustifolium* and *Galeopsis bifida*, that is to say nitratophilous flora. In such spots they have proved to contain a great deal of nitrate (observations have been made at Hassela in Hälsingland, at Hoting in Ångermanland, and at Vilhelmina in Lapland).

#### CHAP. VII. The effect of the preparation of the soil on the transformation of nitrogen.

(Detailed description on page 1044.)

It is a very common observation in our forests that near upturned roots, and in other places where to some extent the upper layers of soil have become intermingled, a flora is found of quite a different character than that on the less disturbed soil. It is extremely common to find there raspberry and *Epilobium angustifolium*. The younger raspberry plants always contain nitrate there, and the same is usually the case with *Epilobium*. This is very well illustrated in fig. 14, which represents a fairly large wind-caused gap in Ansjö Crown Park in Jämtland. Round the upturned roots there is a distinctly rich raspberry vegetation; in July, 1915, the raspberry plants gave a powerful nitrate reaction; samples of soil from the same locality formed considerable quantities of nitrate on storing (see Table 13, No. 2). Where the ground has not been disturbed in this or some similar fashion, the dominating clearing plant in Ansjö Crown Park is *Aira flexuosa*, and nitrification is either altogether lacking or extremely weak.

Similar observations can constantly be made in our forests. The same phenomenon is found round forest tracks, specially if they have been quite recently formed. The plants that appear on bared and disturbed soil almost always contain nitrate.

I have shown in a previous treatise (HESSELMAN, 1917) that the flora usually encountered in gravel pits and in similar localities is a markedly nitratophilous one. The observations here mentioned also show that even a small disturbance of the uppermost layers of the ground suffice to set nitrification going under circumstances where it would not otherwise appear. This gives me occasion to render some account of the effect of the usual preparation of the ground of the transformation of nitrogen.

A very illustrative and interesting account of different experiments in preparing the ground, written by TH. GRINNDAL (1911), is to be found in the 1911 volume of the periodical published by the Forest Preservation Association. Of these experiments in ground-preparation, that which was carried out with what is called a Finnish plough in the autumn of 1912 or 1913 offered



the greatest interest. There is a more detailed account on page 1044. As appears from fig. 15 the experiment took place on a clearing with a dense crop of seed-trees of pine. Where the machine used for preparing the soil disturbed the ground very much, raspberry and *Epilobium* appear in the covering of the ground, and younger plants gave nitrate reaction as late as October. Where, on the other hand, the Finnish plough did not disturb the ground, the ground-covering was practically unaltered and had practically the same character as in the adjacent dense wood, that is to say the ground covering consisted of the usual forest mosses and berry shrubs. As I have never detected nitrification in any ground with such covering, I have every reason to suppose that it was lacking in this case also. The preparation of the soil with the Finnish plough has thus produced in this case a nitrification that does not occur in the undisturbed ground.

What has been here adduced shows that the preparation of the ground carried out in such a way that the humus covering is at any rate in part mingled with the mineral soil is calculated to produce nitrification, even when that process is lacking in the undisturbed soil.

#### CHAP. VIII. **The effect of burning on the transformation of nitrogen in the soil.**

(Detailed description on page 1046.)

In connection with complete felling, with or without preparation of the soil, burning or denshiring has attracted the greatest attention when the question was raised of regenerating our forests. Fire has indeed played an extremely important part in the development of our natural forests, especially in Norrland. There it would be very difficult to lay out a single square metre of a large sample-plot in the forest land of such a nature that under the upper layer of humus there could not be shown the existence of charcoal composed of remains from some forest fire, which in older or more recent times had passed over the place. Under such circumstances it would seem to be justifiable to give a somewhat detailed account of the effect of fire on the ground, and especially on its transformation of nitrogen.

There is a general agreement that fire has promoted the regeneration of coniferous forests. Hitherto the cause of the effect of fire would seem to have been usually sought in the ashes that are produced, and which would seem to manure the young tree plants. But as we can very often trace for a long time a favourable effect of the burning on the ground, this can scarcely be the sole cause, as the easily soluble ashes are soon washed out. As an example of this it may be mentioned that one year after the burning it is impossible with hydrochloric acid to show the existence of any carbonates in the ground, just as little as in a charcoal-burning ground which has been used in the preceding winter. The main importance of the burning really lies in the influence which it exercises on the transformation of nitrogen on the soil.

In Norrland there are chiefly two plants that characterize burns or denshired ground, namely fireweeds (*Epilobium angustifolium*) and raspberry or

“burnberry” (*Rubus idaeus*), both markedly nitratophilous plants (see, too, fig. 16).

It is not without interest to remind the reader that the burn flora of North America is characterized by raspberry and still more by *Epilobium angustifolium* (COOPER, 1913; RÜBEL, 1916, page 16); the latter grows in masses over wide areas devastated by forest fire. Another burn plant is *Rubus strigosus* (CLEMENTS, 1910)—a species of raspberry very closely akin to our own. In Colorado this and *Epilobium* characterize the grounds devastated by fire which before the fire were covered with forests of the lodgepole pine (*Pinus contorta*).

The kind of flora found on burns thus shows that the fire either produces or else increases the process of nitrification going on in the ground. The process has been closely studied by me both on the great burns between Selsjön and Skorped stations on the northern trunk line in Ångermanland (see fig. 17), and also on a number of denshired clearings and older burns in Norrland.

The Selsjön—Skorped burns came into existence in the early summers of 1909 and 1911 in consequence of sparks from locomotives. I have examined them on several occasions during the summers and autumns of 1913, 1914 and 1915. A detailed description will be found on page 1046, and numerous observations are rendered in tables 3, 6, 10, 14. The investigations have chiefly comprised: (1) Observations of the nitrate content of the plants; (2) Studies of the changes in the bacterial flora of the ground, (3) Determination of the capacity of the soil-samples to form saltpetre during storage.

Before the fire there was within the region devastated by the fire a mossy mixed coniferous forest of the ordinary type, which, however, in those parts where the ground contained a large amount of clay, was somewhat richer in herbs than perhaps can be regarded as usual. A pretty full description has been given in a treatise recently published by the present writer (HESSELMAN, 1917, page 470). In the parts of the wood still undisturbed by the fire the humus covering has the character of raw humus, but in some small patches the raw humus has a more mould-like structure. There are no nitrification bacteria, and on being stored the samples of soil form only very small quantities of saltpetre. There is no complete clearing in the stand, it is true, where we can study the effect that felling without burning may have on the ground; but both my experience from similar woods in Norrland and observations on small unburnt patches of the burn show that the ground belongs to the type which on clean cutting is principally clothed with a carpet of *Aira flexuosa*. The nitratophilous flora which marks the burn, therefore, has the fire to thank for its appearance.

The young plants of grass and herbs that are to be found on the burn yield a very powerful nitrate reaction, as a rule, and this is especially the case with *Epilobium*. Even where the ground has been extremely badly burnt, so that the humus covering has practically disappeared and the ground lies bleached and naked, the presence of saltpetre can be demonstrated in *Epilobium* (see fig. 18). As examples of other nitrate-gathering plants on the burn may be mentioned *Rubus idaeus* and *R. saxatilis*, *Luzula pilosa* and *Arenaria trinervia* (see, too, the detailed description, page 1046).

When the *Epilobium* plants have grown older, the nitrate reaction ceases: this phenomenon is due not merely to causes connected with plant physiology (older plants are not so addicted as younger plants to gather saltpetre in their tissues), but also to the fact that the nitrification of the soil decreases. To a high degree, too, the reaction depends on how the ground is affected by the fire. Where it has been very badly burnt, the saltpetre reaction of the plants seems to abate more rapidly than where it has been less severely attacked. The raspberry, too, seems to prefer the less severely burnt to the more severely burnt places. The alteration which is brought about by fire in the bacterial flora of the ground is very thorough-going. Saltpetre-forming and saltpetre-destroying bacteria, which are altogether lacking in the unburnt ground, immigrate. Samples of soil from the burn nitrify a solution of sulphate of ammonia, though only very slowly (see table 6). The denitrification of GILTAY'S solution proceeds fairly quickly and develops rather large gas-bubbles, while samples of soil from the adjacent unburnt woods produce no change, or only an extremely slow change in the nitrate content of the solution (cf. table 10). As in the forest mould soils, so too on burns, the nitrification bacteria are accompanied by denitrifying bacteria (see HESSELMAN, 1917).

The power to produce ammonia, on the other hand, has been only very slightly increased on the burn; the results are somewhat various—it being sometimes greater, sometimes less, than in samples of soil from the adjacent woods—but the differences are relatively small (see, too, table 3). When, however, the ground has burnt less badly, so that a real covering of humus is left on the ground, the power to produce ammonia may prove to be very considerable, for instance on the spots where one meets with raspberries and stinging nettles (see, too, table 3, nos. 9, 16, 19).

Samples of soil from the burn form very considerable quantities of saltpetre on being stored. Even where the layer of humus consists of only a quite thin charred crust, the capacity to form saltpetre may prove quite respectable. Thus in a series of experiments a sample of soil from the 1911 burn, taken in August 1914, formed more saltpetre nitrogen per kilogram of soil than similarly treated samples from a manured potato patch or a sample of mould soil from a grey alder stand. The ground where this sample was taken (see fig. 19) consisted of a clayey moraine, overlaid by a quite thin covering of small fragments of charcoal and particles of humus. As far as one can judge, however, the formation of saltpetre gradually abates, probably more rapidly on very severely burnt than on slightly burnt ground; but even where the development has gone so far that the ground is overspread with a low dense covering of *Polytrichum juniperinum*, an active formation of saltpetre can be observed in stored samples (see table 14).

In denshiring for culture, the ground is not burnt so severely, as a rule, as was the case with the burn at Selsjön. The remaining covering of humus, sprinkled with larger or smaller fragments of charcoal has a considerable depth, as a rule. Beneath the charred layer the humus-covering, even when it formerly consisted of a very tough and tenacious raw humus has a rather mould-like structure. I have not examined in detail how soon after the fire

the formation of saltpetre begins in such a humus-covering; but as early as the autumn of the second year the nitrification is extremely active. Germinating plants, *Luzula pilosa* and *Epilobium angustifolium*, then give a very strongly marked nitrate reaction, and very considerable quantities of saltpetre are formed in soil samples on storing (see, too, table 14 no. 7). The time during which nitrification continues is assuredly very various, depending upon the intensity with which the fire has passed over the ground. I will not here adduce any observations illustrating this matter.

A clearing (Krokmyrshygget) in the parish of Indalsliden, Medelpad, denshired in the spring of 1907, was at the time of my examination in September, 1915, overgrown with a very fine forest of young pines, sown in patches. A moss carpet of *Polytrichum juniperinum* covered great parts of the ground, and a sparse colony-like burn flora was still found amongst the young pines (see detailed description on page 1050). Amongst the species comprised in the ground-covering may be noticed raspberry and *Epilobium angustifolium*. Samples of soil for investigation were taken from two spots, one a slightly burnt patch with a fairly good covering of humus, distinguished among other things by the occurrence of raspberry, the other a more severely burnt part with very scattered and meagre *Epilobium angustifolium* and a very dense carpet of *Polytrichum juniperinum*. The samples differed from one another only slightly with regard to their content of humus and nitrogen, but very substantially with regard to capacity for nitrification. While the first-named formed 100 mg. saltpetre nitrogen in the course of two months, the latter formed during the same period and under the same conditions only 0.4 mg., both calculated per kg. soil. The first-named sample of soil was taken from a small hollow in the ground, which of course both through its position and greater moistness had been better protected against the fire, whereas the latter was on a little elevation, which, owing to its greater dryness, was naturally burnt more severely. Where the ground had not burnt very badly, the formation of saltpetre is thus extremely active, even eight years after the burning. But it may continue even longer. Fig. 20 shows a clearing denshired for culture and recently cultivated. The ground was burnt off in the spring of 1902 and in the autumn of 1914 several samples of soil were taken there for bacteriological investigation. Though a colony-like burn flora still survived amongst the young pines, the ordinary forest-land covering was beginning to immigrate (see, too, page 1049). The samples of soil were taken either under a carpet of *Agrostis vulgaris* or else at another spot under a swelling covering of *Polytrichum commune*. Both samples show a very considerable power of nitrification and denitrification (table 10, nos. 7 and 8), and, especially as regards the first sample, a very considerable power to produce ammonia. (Table 4, nos. 1 and 2.) The condition of the samples on storage have not been closely examined; but to judge by the bacteria flora the capacity of nitrification should be considerable. As much as twelve years after the burning, therefore, the ground can retain its capacity to transmute the organically bound nitrogen into saltpetre. This, however, is by no means a maximum. In the neighbourhood of Selsjön there is a twenty-five-year-old burn with very scattered remains from the time of the burn flora. Samples of earth from this area still nitrify a solution of sulphate of ammonia (see, too, page 1047), and there also occur denitrifying agents (see table 10, no. 5).

On the other hand, it is easy to find examples of the cessation of nitrification power a comparatively short time after the burning. In the autumn of 1915 some samples of soil were taken from a severely burnt part of the 1911 burn near Selsjön under a thick carpet of *Polytrichum juniperinum*. On storing the samples formed only quite inconsiderable quantities of saltpetre, the content of saltpetre nitrogen not being more than 1.6 mg. per kg. of soil after two months' storage. If these experiences be compared with the fact that samples of soil from the more severely burnt portions of the Krokmyrs-hygget nine summers after the burning formed still smaller portions of saltpetre nitrogen, it is evident that the effect of the burning with regard to the transformation of nitrogen is sometimes very transitory.

All the densed or burnt grounds that are here mentioned belong to the type which on clean cutting without burning is overspread with *Aira flexuosa*. The increased access of light caused by the felling cannot by itself produce such changes that nitrification appears in the ground. But fire does bring this about. The importance of forest fires and burning with regard to the transformation of nitrogen thus consists in the fact that on areas covered with tough raw humus they can bring about such alterations that the organically bound nitrogen can be transformed into nitric acid. On the areas with a more favourable, but not nitrifying, humus-covering the changes requisite for this are produced solely by the increased access of light that follows felling.

#### CHAP. IX. Charcoal-burning grounds and tar-hollows.

(Detailed description on page 1050.)

From old times it has been customary to use earth from old charcoal-burning grounds as filling soil in planting holes or in the laying out of nurseries. In North America, too, the same method has been employed with success, and even pure charcoal has proved to give a good result (RETAN, 1915). The flora which occurs on charcoal-burning grounds has a composition which is highly illustrative of the supply of nitrogen in the ground. We find there, for instance, quite commonly *Epilobium angustifolium* and also a number of tilth-weeds and plants from our hay-fields. Some very characteristic examples of the flora of charcoal-grounds are given on pages 1050—1052. If one examines the charcoal-ground flora with regard to the nitrate-content of the plants, we usually find that that is very considerable, not only in such a plant as *Epilobium angustifolium*, but also in many others such as *Matricaria inodora*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Taraxacum officinale*, *Achillea millefolium*, etc., and even in the semi-parasitic *Rhinanthus minor*. To judge by the high nitrate-content of the plants, the nitrification in the soil must be very active. Bacteriological examinations show, too, that the bacterial life is very rich. Soil samples nitrify a solution of sulphate of ammonia and denitrify GILTAY's solution with a development of gas-bubbles (see table 7). The power to produce ammonia has in the cases examined proved about as great as in soil from burns.

There is thus no doubt whatever that a very active formation of saltpetre

goes on in the black soil from charcoal grounds, consisting for the most part of charcoal breeze.

The tar-hollows have much the same conditions as the charcoal-grounds. It is true that I have not found such a rich nor such a markedly nitratophilous flora in old tar-hollows as in old charcoal-grounds; but the character of the flora tends in the same direction (see page 1052). Soil samples from tar-hollows can, I find, nitrify a solution of sulphate of ammonia (see table 7).

In soil from charcoal-burning grounds and tar-hollows there thus goes on a process of nitrification similar to that in ground affected by forest fire.

#### CHAP. X. **Summary of the effect of measures taken for regeneration of forest on the formation of saltpetre in the ground.**

With regard to the transformation of the organically bound nitrogen, it is possible, as has been previously pointed out, to distinguish two types of forest and ground: in one type, there goes on a complete oxidation of nitrogenous compounds into nitric acid; in the other, on the other hand, the process comes to a stop with the formation of ammonia. I have given a detailed account of these different types, and of the conditions under which they come into existence, in a recently published treatise (HESSELMAN, 1917). The greater part of our woods belongs to the last-named type, namely all the mossy and lichenous coniferous forests with their different variations. One of the distinctive features of these types is that the covering of humus forms a crust lying loosely on the surface of the soil (what the Germans call "Auf-lage-humus"), which goes through a peculiar and characteristic process of decomposition, regulated by the soluble organic substances in the humus-covering and this process expresses itself in the formation of a layer of bleached sand, overlying a layer of rust-red soil. The whole of this type of soil is characterized by a special vegetation, distinguished in the first place by berry shrubs and carpet-forming mosses, or else, in dryer positions, of heath and lichens. In this humus-covering the process of dissolution of the organic substances comes to an end with the formation of ammonia. Under certain circumstances, however, as appears from this present account, certain long-used measures of forest regeneration can produce a radical change in the conversion of nitrogen, expressing itself in a more or less active formation of saltpetre. The measures of forest regeneration which take effect in this way are the following:

(1) In the fairly dense mixed coniferous forests of central Sweden, where the ground-covering consists mainly of moss, clear cutting [»Kahlhieb«], shelterwood cutting [»Schirmhieb«], or merely checkerboard cutting, [»Löcherhieb«], can produce a lively nitrification in the ground.

(2) A preparation of the soil with the Finnish plough, or any other machine that causes a mixture of the humus-covering and the mineral soil, produces a formation of saltpetre, even when the wood is so dense that nitrification does not otherwise occur.

(3) Mouldering brushwood and old rotting timber require or produce a nitrification in the ground, even under circumstances in which the formation of saltpetre does not occur on the clearings.

(4) Where the covering of raw humus is somewhat more strongly developed, chequerboard cutting, shelterwood cutting or clear cutting does not by itself produce a formation of saltpetre. The formation of ammonia, however, is substantially increased. But the formation of saltpetre can be produced either by a preparation of the ground with machines or by the burning of brushwood or by the denshiring of the ground.

(5) In forest types where the humus-nitrogen is converted to nitric acid, for instance, in forests of the finer kinds of leaf-trees or in herbulent spruce forests, the formation of saltpetre is increased simply by the increased access of light which is a consequence of chequerboard cutting or clear cutting.

In what follows I shall seek to develop more fully the causes of these notable changes.

#### CHAP. XI. On the active factors in the changes in the transformation of nitrogen.

The change in the conversion of nitrogen which has just been described presupposes such alterations in the ground that saltpetre-forming bacteria there can develop their activity. We may remind the reader at the outset that these bacteria are very widely distributed in nature. When we cannot find traces of their existence in certain kinds of soils, for instance, in the humus-covering of mossy coniferous forests, this shows that they do not there find suitable conditions of development. After the humus-covering has undergone certain changes favourable to the bacteria, they rapidly make their appearance, which in a measure forms some evidence as to how generally these bacteria are distributed in nature and how very easily they are spread. We need only call to mind the fact that nitrification makes its appearance very soon in a windfall in the forest, although nitrification-organisms may be completely lacking within large areas of the surrounding woodlands.

The matter is probably most correctly explained on the supposition that an infection of the ground is constantly going on, but that where the soil is of a nature unsuitable for nitrifying agents, they perish as soon as they appear.<sup>1</sup>

In order to make this phenomenon clear, it might be expedient to give some account of some investigations by the Danish soil bacteriologist, HARALD C. CHRISTENSEN (1915, pages 4—54) on the nitrogen-assimilating bacterium *azotobacter*. This bacterium is widely distributed, but occurs only in soil that is rich in bases, especially in lime. It therefore never occurs in sour soil, seldom in neutral, but practically always in soil with alkaline reaction. His searching enquiries show that *azotobacter* really perish in a soil which is poor in lime. The bacterium rapidly undergoes pathological changes and dies, while it can be kept for years in a sample of soil that contains sufficient carbonate of lime. It is evident that under such circum-

<sup>1</sup> Such infection might perhaps explain the fact that, when samples of raw humus are stored, it is possible to observe in them a very weak nitrification.

stances we shall find *azotobacter* in practically all soils with alkaline or possibly neutral reaction, but not in the sour soil, inasmuch as, like other bacteria, they spread with great ease, but can only live and attain any further development under certain circumstances.

It seems too as if this way of looking at things could properly be adapted to the behavior of the saltpetre-forming bacteria. It is only under certain circumstances that they can develop. If these circumstances exist, one can, as a rule, find traces of the saltpetre-forming bacteria; but where the circumstances are unfavourable, there one seeks for them in vain.

In my previous treatise (HESSELMAN, 1917), I have shown that saltpetre-forming types of humus are formed on a ground which is fairly rich in salts (electrolytes), or under such circumstances that the humus-covering becomes exposed to the influence of electrolytic salts. The formation of humus that takes place accompanied by a great removal of electrolytes, or on ground poor in electrolytes, leads to types of humus where the nitrogen is not nitrified. As examples of this may be mentioned on one side the typical mould where worms or insects see to it that the humus substances are mingled with mineral particles, so that the humification is influenced by electrolytes. On the other side, we may call to mind the tough peat-like covering of raw humus that is formed in the sparse spruce forests of Norrland on a ground with a deep layer of bleached sand, that is to say on ground the surface of which is poor in electrolytes. In the mould nitrification is constantly going on: in order to set nitrification going in a covering of raw humus the ground must be burnt or the humus must be mixed with mineral soil. These essential differences between the formative conditions of mould and raw humus may, it seems to me, form the starting-point for a discussion concerning the changes, favourable to the saltpetre-forming bacteria, that the humus-covering often undergoes in consequence of the measures that we take for the regeneration of our forests.

This explanation is, of course, most obvious when we are concerned with the preparation of the ground by machines or by burning. In the former case, the humus-covering is mingled with mineral soil, which always contains a number of soluble electrolytes; in the latter case, soluble salts are formed through the fire, which, when they are of a basic nature, are able to neutralize any humus acids that occur. In both cases the electrolytes affect the structure of the humus-covering. Through the coagulation of the colloids (cf. HESSELMAN, 1917, page 305) the structure becomes more mould-like.

On cut areas in the mossy coniferous forests of central Sweden, where the mere increase of the access of light can bring about an active nitrification in the ground, the humus-covering undergoes changes of structure similar to those which occur when the ground is prepared or burnt. The humus-covering assumes a more and more mould-like structure. As worms or insects scarcely occur in such numbers that the very rapid appearance of a change in structure can be explained in a purely biological way, it seems to me that we ought to seek the cause in the increased introduction of electrolytes brought about by physical and chemical causes.

This introduction of electrolytes can be thought to come from two causes, namely, (1) from the humus-covering itself, and (2) from the underlying mineral soil. The types of humus which soon begin to nitrify on the clear-



ings or in gaps are marked by a more rapid turning to mould. As the humus always contains a number of chemical compounds which in oxidation or mouldering give rise to salts, the amount of electrolytes or salt contained in the humus covering must be increased by the increased mouldering; and this can then in itself be sufficient for a transformation of the structure of the humus-covering. One can further think of the possibility of the introduction of electrolytes from the ground. The evaporation from the surface of the ground is increased by clear chequerboard cutting; this must result amongst other things in the water from the underlying mineral soil being drawn up towards the surface, and this water always takes with it a number of electrolytes. In the wood, on the other hand, the evaporation from the surface of the ground is reduced, so that the movement of water is mainly directed downwards. A further reason for thinking that such a movement of electrolytes can play an important part is that the types of humus which become nitrificient through increased access of light alone seem only to occur on slightly podsolized ground, that is to say, where the layer of bleached sand is not very deep, while on grounds with a strongly marked bleached sand stronger measures than mere cutting are necessary to produce nitrification.

With regard to nitrification in a tough peat-like covering of raw humus also, it seems to me we can adopt the same method of looking at things concerning the great importance of the introduction of electrolytes. In the clear cutting of the sparse spruce forests or mixed coniferous forests of Norrland the raw humus covering begins to moulder, but the mouldering proceeds slowly, and therefore the introduction of electrolytes cannot be so strong as in the more rapid mouldering that is produced by clear cutting in the mixed coniferous forests of central Sweden. Moreover, the bleached sand in these forests is much deeper and much more strongly formed; and consequently the introduction of soluble salts from the mineral soil ought to be weaker than on the usually weakly podsolized ground in central Sweden. Possibly, too, in this raw humus covering we have to deal with other nitrogenous compounds than in the better coniferous forest lands of central Sweden. There the humus-covering is formed of mosses and berry refuse: in the sparse spruce forests of Norrland berry shrubs have greater importance. But even if this does play some part, yet the introduction of electrolytes would seem to be of more importance; and this belief is supported by the fact that a mixture of raw humus and mineral soil very soon produces an active nitrification.

The account which I have now given concerning the causes of the changes in the humus-covering where nitrification appears, has in part the character of a working hypothesis. It may serve as a foundation for further investigations, and constitutes an attempt to offer a similar explanation for several phenomena which are different rather in externals than in their inner course. The question how the salts work may be disputed: one may imagine that the humus acids are neutralized or lose their power, or that the salts serve as foods for the nitrifying agents and play some part in the neutralization of the newly formed nitric acid. In this latter respect it is possible that the iron compounds that occur in the podsolized ground may be of importance. ASHBY (1907), in fact, has shown that recently precipitated ferric-oxo-hydrate, like iron rust, can to some extent take the place of carbonate of lime for the neutralization of the newly formed nitric acid. But no complete neutralization of

the humus acids need take place: thus strongly saltpetre-forming humus types on clearings in Jönåker communal forests show a strong and reaction to litmus paper.

Another thing which perhaps may play a part in nitrification is the stronger current of air, but this would not seem to be of any decisive importance. Experiments that have been carried out have clearly shown that the supply of free oxygen is of less importance than one might be inclined to believe on the strength of the course of nitrification in the culture liquids commonly used, where one must either employ a very thin layer of liquid or else use artificial means to produce an active current of air (SCHLÖSING; LÖHNIS 1910, page 615).

Nor do the notions which are usually entertained concerning the humus-covering as being a strong obstacle to the aëration of the ground seem to be justified. ALBERT of Eberswalde (1912, page 667 foll.) has with suitable instruments taken samples of air both from mould and from ground with a covering of raw humus. The content of oxygen was in both kinds of soil the same and very high, nearly 20% on the average, as against 21% in the air of the atmosphere.

There is also another factor to take into consideration. According to the investigations of KOCH, which I have previously summarized (HESSELMAN, 1917, page 392) there are certain substances thrown off from the needles of coniferous trees which hinder the activity of the bacteria of nitrification. When the forest is felled, there are no fresh supplies of such substances; they gradually disappear, and with them disappears also this hindrance to the bacteria.

Of late years what is called the partial sterilization of soil has begun to be studied with great eagerness. Soil is heated up to a not too high temperature, for instance 65°—98° C, or is treated with volatile antiseptic substances, such as chloroform, sulphide of carbon, toluol, etc., which, after they have worked on the soil for a shorter or longer time, can again be removed. Soil treated in this way often shows that it contains greater quantities of available plant-foods than before the treatment. Above all this seems to hold good of nitrogenous compounds: the plants in the partially sterilized soil become stronger and acquire a darker green colour than in the unsterilized soil, bearing witness to an increased supply of nitrogen (HILTNER, 1908). This interesting phenomenon has been very thoroughly studied by different investigators. The greatest attention seems to have been aroused by a theory put forward by two Englishmen, RUSSEL and HUTCHINSON (1909 and 1913), at the well-known experimental agricultural station at Rothamsted in England. These try to explain the phenomena by suggesting that, besides the bacteria, certain lower animals, the protozoa, exercise an important influence on the fertility of the soil. These protozoa live on the bacteria of the soil, and eat them up so that they reduce their multiplication in the ground. Through this partial sterilization the protozoa are killed, after which the bacteria, who have greater power of resistance, can develop unhindered, and increase the rapidity of decomposition among the organic compounds in the ground. By this means one might be able to explain its increased fertility. This theory, however, has not gained any general adhesion; many different explanations have been put forward; and at the present moment much work is being done in this department (see, for instance, KOPELOFF, LINT and COLEMAN, 1916).

Burning or densing also implies a kind of partial sterilization: the ground

is more or less heated, and consequently the changes in the bacterial flora brought about by the fire would not seem to be ascribable solely to the introduction of soluble salts which affect the humus-covering, but seem also to have their direct cause in the alterations caused by the heat in the micro-biological condition of the ground. As regards the formation of saltpetre, it is true that in the experiments carried out by RUSSEL and HUTCHINSON (1909) that has been reduced through heating; but other researchers have found that in treated soil which has again been infected with saltpetre-forming bacteria the formation of saltpetre becomes more active than in the unsterilized soil (DEHERAIN and DEMOUSSY, 1896, cf. KOPELOFF etc., 1916).

The alterations in the transformation of nitrogen which we can bring about through cutting, preparation of the soil or denshiring, represent only a more or less temporary condition of the ground.

They are expressions of the alterations of the soil-forming factors, chiefly in the evaporation and temperature of the ground that we bring about through our measures of forest regeneration. When the forest once more closes up over the ground, so that it becomes exposed to the soil-forming factors that prevail in dense coniferous woods, the formation of nitrate gradually ceases. The nitrogen of the humus-covering is no longer decomposed beyond the stage of ammonia. The conditions normally prevailing in mossy coniferous forests are restored. No detailed investigations have yet been made as to how soon the normal condition reappears and as to what factors affect this development. The more or less desultory observations that I have made have been reported in the preceding pages.

The alterations in the conversion of nitrogen which have been described above are thus of a transitory nature, but they are none the less of the very greatest importance in the development of the coniferous forests. They play, indeed, a very great part in their regeneration, whether that is effected artificially or we leave it to nature.

#### CHAP. XII. **The connection between the regeneration of coniferous forests and the nitrification of nitrogen.**

It can scarcely have escaped the attention of any woodsman who is acquainted with the condition of our forest-regeneration, especially in Norrland, that there is manifestly a close parallelism between the factors that produce the nitrification of the nitrogen of the humus and those that favour the regeneration of the forest. On burnt or denshired areas (see fig. 21), on road borders and other places where the ground has been disturbed (see fig. 22), in wind-caused gaps where the roots have disturbed the ground at the fall of the trees, the humus nitrogen is nitrified and the forest is regenerated with ease (see fig. 14), and mouldering brushwood favour the formation of saltpetre and the regeneration. In those parts of central and southern Sweden where the practice of »*Femröschlag*» first made any considerable headway a mere gap cutting produces a nitrification (e. g. g. the Jönåker communal forests, the forests under Högsjö and Ås in Södermanland and Alkvättern in Värmland). Where fire has passed over the

ground in a dense wood, but where it has not been so severe that the trees have been altogether swept away, one often finds a fine young forest under the older trees. Where the ground has not been burnt, but where the woods and other conditions are of the same nature as on other areas, one finds only weak half-stunted plants. As results of this action of fire one finds not infrequently in Norrland a type of pine forest which one might perhaps call two-aged ones. Under a fairly close stand of older trees there shoots up, despite overshadowing and competition with older trees, a fine young forest of well-growing pines (cf. figs. 23 and 24). Less often one finds something corresponding to this in spruce forests. Such a case is illustrated in fig. 25. As a result of the effect of fire on the ground, one can sometimes find the pine immigrating into a spruce forest and developing in its shade (see fig. 26).

In the regrowth areas of herbulent spruce forests the young tree-plants have often to struggle against a rich vegetation of herbs and grasses. The competition is often too severe for the forest trees; the seeds find it difficult to reach the actual ground, and even if they succeed in germinating there the young plants are threatened with being pressed down, as it were smothered, by the herbs and the grasses when they wither in the autumn. Such places therefore are difficult to regenerate, especially in alpine districts (see, for instance, N. KR. BERLIN, 1915, K. E. KALLIN, 1916), although the formation of saltpetre on these grounds is fairly active (cf. fig. 3, page 933). In small gaps, on the other hand, where the herb and grass vegetation does not attain any very strong development, regeneration often takes place quite easily: fine examples of this are given in figs. 28, page 989 and 33, page 1003 and it is customary to recommend that in such forests small regeneration surfaces should be adopted (see, for instance K. E. KALLIN, 1916, page 34).

On the other hand, we have a sufficiently abundant experience that ground with a covering of raw humus is difficult to regenerate. This is due not only to the inferior conditions of germination for the seed, but also to the fact that the plant there finds it difficult to obtain the necessary food: it is customary, therefore, to delay the culture for some years, until the raw humus covering has improved (see, for instance, HOLMGREN, 1911, pages 34, 35). On clearings where there is a rich vegetation of *Aira flexuosa*, natural regeneration is associated with considerable difficulties and proceeds very slowly. The conversion of nitrogen, it is true, is more active than in an ordinary raw humus covering, but the decomposition of the organic nitrogenous compounds comes to a stop with the formation of ammonia (see page 949). Nor do such clearings, as I shall show below, offer planted pine-plants the same favourable conditions as where the nitrogen is nitrified.

In forests with a stronger covering of raw humus one usually finds spruce plants on mouldering timber, mouldering brushwood and the like (cf. fig. 27). I have previously shown that on clearings and in gaps the mouldering timber readily produces a nitrification: possibly the mouldering trunks have a similar importance also when the wood is dense, although, of course, it is probable that the nitrification in such cases is very weak.

If we go through our experience of the factors that favour regeneration, we find throughout that in a very notable manner they coincide with the nitrification of the humus nitrogen. Where the nitrogen of the humus cover-

ing is transformed into nitric acid, the regeneration proceeds easily and the young pine and spruce plants develop well, provided that they do not have to compete with an uncommonly luxuriant grass and herb vegetation. Where the nitrogen of the humus-covering is not nitrified, natural regeneration is rendered difficult, and the spruce and pine plants grow slowly.

Where the humus nitrogen is nitrified, regeneration goes on with a scantier access of light than on other ground: of these good examples are given both by the recently mentioned two-aged pine-forest and also by judiciously handled herbulent spruce forests (see fig. 28). Under such circumstances spruce and pine plants have lower demands for light. In a treatise published some years ago GUNNAR ANDERSSON and the present writer (1907, pages 100, 101) have shown that the stunted pine and spruce plants that are encountered in great numbers in old pine stands in no wise suffer from any deficient assimilation of carbonic acid gas: the assimilating cells in pine and spruce needles contain an abundant quantity of starch, but despite this the coniferous tree-plants cannot develop. For the work of assimilation itself the supply of light is clearly sufficient: and the cause of the suppressed development must be sought elsewhere. It is a fact long since known that a tree's need of light changes with external circumstances, and that the need of light is greater on a poor than on a good ground (RAMANN, 1893, pages 299, 300). Easily accessible nitrogen is usually found on forest land in insufficient or small amounts: in such lands it is usually the minimum factor that determines the fertility of the soil. After a rapid fire the nitrogen of the humus-covering becomes easily accessible, the ground is substantially improved with regard to the minimum factor, and because of this the pine-plants can shoot up in the shade of the older stand. In order to understand the importance of the nitrification of nitrogen for the regeneration of pine and spruce forests, however, it is necessary to discuss in somewhat greater detail the nitrogen problem of the pine and spruce, that is to say the question of the form in which these trees best absorb nitrogen.

For a normal development of the pine-plant, as of the spruce-plant, so far as we can judge, access is required to latent assimilable nitrogen, that is to say, chiefly nitric acid or ammoniac compounds. In connection with the account which I have previously given concerning the different value of the nitritive compounds (see HESSELMAN, 1917, page 384), one would incline to suppose that the pine and the spruce were ammonia plants: they live preferably on a soil with an acid reaction, that is to say, they would prefer the physiologically acid salts of ammonia to the nitrates that in physiological respects work basically.

My previous account of the nitrification of humus nitrogen in Swedish forest lands (HESSELMAN, 1917) shows with all desirable clearness that no nitrification, or at least no nitrification of importance, occurs in our mossy coniferous forests, not even in such as show an unusually high productivity, for instance the often mentioned Jönåker woods. Thus for the older pine or spruce forests ammonia, or possibly organic compounds of nitrogen, form a quite satisfactory source of nitrogen. But the question is somewhat complicated: for the younger plants, so far as we can judge, the case is altered. No fully decisive experiments seem to exist in forest literature; but what we already know for certain would seem, when combined with my own observations, to fully illustrate this question.

The nitrogen problem of forest trees has been treated by several people, including VATER (1909 b), who has shown that in manuring experiments in nurseries better results have been obtained as a rule with ammonia than with nitrates, although it has also been found that the pine can also acquire nitric acid with great ease, provided that it is obtained in a very diluted form (a solution of 0.02%, MÖLLER, 1904). But all manuring experiments suffer from one definite error: it is not known whether the ammonia in the ground is first converted into nitric acid before it is absorbed by the roots of the pine-plants. So much seems to be certain, however, that saltpetre in a somewhat more concentrated form, for instance in a 0.1% solution, is injurious to the pine, while it is assimilable in a very weak solution. MÖLLER (1914) and, quite recently, MÖLLER and ALBERT (1916) have shown, however, that raw humus, when it is broken into small pieces and mixed with sand or is deposited in a layer under a crust of sand, forms an excellent source of nitrogen not only for pine and spruce but also for many other kinds of trees, including the oak. In this respect raw humus excels mineral manuring substances containing nitrogen, such as nitrate of calcium and nitrate of calcium, sulphate of ammonia, etc. The investigators mentioned have not examined in what form the nitrogen in these raw humus experiments reaches the tree-plants; but my own experiences tell me that such treatment of raw humus must produce a nitrification of the raw humus nitrogen. I shall now attempt to show, by means of some experiments and observations in nature, the importance that this possesses, for instance, for the pine. In 1910 an experiment was made by ANDERS HOLMGREN at the Bispgården School of Forestry to throw light on the difference between the humus which is formed under the trees and that which arises on the more open bare areas in a very much sparse pine-heath. The samples of soils were put in wooden boxes, which were buried in sand up to the edge of the boxes, after which pine seed was sown in the different boxes. On a visit to the Bispgården School of Forestry in September, 1915, I was struck by the beautiful green colour which distinguished the pine-plants in the humus which was taken from under the trees, while the pine plants in the humus collected between the trees had a more yellowish green colour. Another thing, too, aroused my attention: in the boxes with the first-named kind of humus there appeared as weeds *Leontodon autumnalis*, *Spergula arvensis*, *Poa pratensis*, *Agrostis vulgaris*, *Betula verrucosa*, and *Rumex acetosella*; while in the other box there were only found some small germinating plants of bilberry, heather and *Betula odorata*. *Leontodon* showed a marked saltpetre reaction on examination. The vegetation in the boxes thus led me to assume a great difference between the two different kinds of humus. In figs. 29 and 30 pictures are given showing the appearance of the pine-plants in the autumn of 1916, that is to say at the age of seven, as the experiments were begun in 1910. The plants which had been grown in the humus taken under the trees are taller and have longer, broader, and darker needles than the plants grown in humus taken from between the trees.

The appearance of the plants gives reason to suspect that the cause of their different development lies in a difference in the supply of nitrogen. The strong, broad, dark-green needles indicate an abundant supply of nitrogen, while the shorter, narrower and

pale-green needles indicate a weaker supply. An examination of the soil confirms this surmise. On being stored for seventeen weeks the following quantities of nitric acid were formed:—

	Humus collected under trees.	Humus collected between trees.
Nitrogen as nitrate per kg. of soil .....	24 mg.	0.4 mg.
Nitrogen as a percentage of the dry weight of the soil.....	0.43 %	0.2 %
Nitrogen in percentage of loss on ignition in the soil (humus) .....	1.97 %	2.03 %

The experiment tells strongly in favour of the idea that the nitrification of the humus nitrogen is of very great importance for the strong development of the pine-plants in their youth. I shall further illustrate this matter in the next article as regards the pine-heaths: here I wish to adduce some observations from other types of forest. If one compares the pine-plants standing in ground covered with *Aira flexuosa*, where the nitrogen is not nitrified, with such as grow, for instance, in places where the brushwood has been burnt, it is found that the latter are usually taller and stronger and have far darker and stronger needles than the former. One might possibly be tempted to believe that this was a direct result of manuring by the ash formed at the burning. But this is by no means the case.

As I have pointed out above in this article, there are often in spruce-forest clearings certain parts where the nitrogen is nitrified, although in most places it is only converted into ammonia. Such places are found, as a rule, in the neighbourhood of stumps etc. In Svartberg Crown Park in Degerfors revir I examined, in the autumn of 1916, some clearings made in fairly old spruce forest or mixed coniferous spruce forest. On the unburnt clearings there were usually found only shrubs and *Aira flexuosa*. On the unburnt parts there were found here and there plants which were quite as strong as or even stronger than those which occur on the burnt parts of the clearing, and which had the same healthy dark-green appearance as the plants on the burnt parts. These plants occur exclusively in spots where one could also find scattered specimens of *Rumex acetosella*, *Rubus idaeus*, *Epilobium angustifolium*, and they were found on examination to contain nitrate. The strong dark-green plants on the unburnt parts thus grew in spots where the humus nitrogen was nitrified. Samples of earth on storage afterwards showed an active power of nitrification in the ground (see table 13, no. 3).

Direct observations in nature, and also experimental studies, show with all desirable clearness that the types of humus that are formed in our mossy coniferous forests, or on our pine-heaths in Norrland, are most favourable to the young pine-plants when in some way or other they pass into a nitrifying saltpetre-forming stage. It is most probable that the explanation of this lies in the greater accessibility of the nitrogen, although it is also possible, of course, that other nutritive substances in the humus-covering become more easily accessible to

the pine-plants and thus contribute to the favourable result. A further illustration of the nitrogen problem of the young coniferous plants can be obtained from the nurseries. It is advantageous to manure with saltpetre, although in small quantities, but it is more customary to use peat, mud, compost, and the like, which are well worked into the nursery soil. Such treatment, as appears from my investigations, is very greatly calculated to produce an active nitrification in the ground. I have not yet devoted to nursery soil any exhaustive investigations; but one observation seems to me worth citing. In a nursery recently laid out in Sösjö Crown Park, which had only been manured with ashes from the fire-place in a forest hut and with the raw humus which existed in the place before the equipment of the nursery, there grew young plants of raspberry, *Poa sp.*, *Rumex acetosella*. These, like some young plants of *Eschscholtzia californica*, which the ranger sowed in the nursery, all gave a strong nitrate reaction. As this nursery, which had not been treated in any special way, but was arranged on a very simple plan, showed such an active formation of saltpetre, it is highly probable that the nitrogen in our nurseries is conveyed, as a rule, to our young tree-plants in the form of nitrate.

As I have previously had an occasion to point out (HESSELMAN, 1917, page 385), there is a considerable plant-physiological difference between a saltpetre manure, when a large quantity of nitrate is put into the soil, and the more slowly flowing but more constant supply of saltpetre that takes place on nitrifying humus soil. The saltpetre can never attain any great degree of concentration, and the soil can retain its acid reaction despite the fact that it is the very nature of saltpetre to be, from a physiological point of view, a basic salt.

Though, therefore, everything indicates that the pine is extremely grateful for the rather scanty supply of nitrate which takes place in nitrifying humus, yet I have not been able to trace the existence of nitrate in young and strong pine-plants growing on nitrifying peat. This negative result, however, is of less significance in our conception of the nitrogen problem of pine-plants: many plants that clearly prefer soil rich in saltpetre do not collect nitrate in their tissues, but use it as it is absorbed. As example of this I have previously mentioned *Polygonum lapathifolium* (HESSELMAN, 1917). Other examples can be found in SCHIMPER (1890): in young tree-plants especially he found no saltpetre or quite inconsiderable amounts, although the plants occurred on a compost soil very rich in nitrates.

So far I have chiefly spoken of the pine, but the same certainly holds good, in the main, for the spruce. But the spruce, as it grows older, seems to be more grateful for a supply of saltpetre. Our most productive spruce-forests—the herbulent ones—occur on ground with nitrification, although one also can find on ground without nitrification highly productive stands of spruce. From the ling-heaths of Denmark (WEIS, 1908; P. E. MÜLLER and HELMS, 1913) we have certain experience of the importance of nitrification for the development of the spruce. The spruces that grow most strongly are found on the experimental plots where the humus nitrogen is nitrified.

Nevertheless one must firmly insist that the nitrification of the humus nitrogen is no indispensable *sine qua non* for the regeneration of coniferous forest: it is only a favourable factor. Otherwise we should



not be able to explain a number of phenomena in the development of our coniferous forests, e. g. the very gradual development of the pine on the clean cut pine-heaths or the immigration of the spruce into the mossy pine forests. But the nitrification of the humus nitrogen has such a favourable influence, and is of such importance, that a discussion of our methods of forest-regeneration, with this feature as the dominant one, may fitly close this treatise.

CHAP. XIII. **Discussion of our measures for forest regeneration with reference to their bearing on nitrification of the humus nitrogen and the productive capacity of the soil.**

Under certain circumstances the too active conversion of nitrogen into salt-petre may be an obstacle to the regeneration of coniferous forests. This is especially the case on very fertile areas, where even quite a little gap may produce a luxuriant ground vegetation which is obstructive to the tree-plants. Such a case is illustrated in fig. 32. In the quite insignificant gap there is a rich growth of raspberries, nettles, *Epilobium angustifolium* and dandelions (*Taraxacum officinale*), that is, pure nitrate plants. By keeping the gaps quite small, we can to some extent keep back this development of vegetation. To remove the cause of this vegetation, namely the rich bacterial life of the ground and the active conversion of its supply of nitrogen, would be identical with trying to reduce the productive capacity of the ground. Such areas, however, occur in Sweden only to a very slight extent, chiefly on grounds rich in lime—that is to say within Swedish Silurian regions, and in the districts of primeval rock, where the moraine has become rich in lime owing to the fact that the ice has conveyed there from other quarters crushed material rich in lime. The areas within the hyperite regions of Värmland which have been made fertile by the occurrence of material rich in lime and easily weathered, also belong to this type (cf. fig. 1). The coniferous forests on such ground usually have a rather herbulent covering and a mould-like humus; and consequently they belong, as a rule, to the type where a weak nitrification takes place even beneath the shade of the trees (see HESSELMAN, 1917). The observant forester can thus, from the very nature of the ground-covering in the wood, draw his conclusions as to how the soil will behave with an increased access of light and can take his measures on the strength of this. Small re-growth-areas and rapidly taken measures for sowing or planting may lead to the object in view. Such areas may also, if the axe is wielded with prudence, be regenerated by self-sowing. Even the northernmost parts of Sweden the spruce renews itself on such grounds in rather small gaps (see figs. 33 and 28).

In difficult cases the clump-planting of spruce may be employed. The great productive capacity of the ground, of course, also allows costlier measures of regeneration than in other types of forest. Apart from these grounds, which are often especially fertile, it is an important problem for Swedish forest economy to manage the forest in such a way that on the regenerating areas it may be possible to bring about a conversion of the humus nitrogen into saltpetre that is favourable to coniferous tree-plants. This problem is

bound up with both the planning and the treatment of the regrowth areas, and also with the previous management of the forest. To begin with, I wish to dwell on the latter of these two questions.

The woods which are most favourable for the natural regeneration of the forest are represented by the type which we meet with in central Sweden—such as the forests of Jönåker, Högsjö, Ås and Alkvättern. The ground-covering consists, in the main, of a mossy carpet, the raw humus layer is rather loose and mellow and of a very moderate depth (see fig. 4). Berry-shrubs and heather play a quite subordinate part in its production. What really forms the humus is the mosses and fallen boughs and fallen needles from the trees. Even the opening up of a little gap produces an active nitrification; yet the herb and grass vegetation will not become excessively luxuriant, but the pine and spruce plants can germinate comparatively easily, and, provided they come by sufficient light, develop further (see figs. 5, 34, and 41).

The opposite type is represented by woods where the raw humus covering has attained a very strong development. This is often the case in the sparse spruce forests of Norrland. There, under the carpet of moss, we have a more or less thick layer of half-mouldered moss remains, woven together with stems of berry-shrubs and the like. Mosses and berry-shrubs are here the most important humus-formers. If a sufficient amount of light is admitted to the ground in such a stand, *Aira flexuosa* develops and soon forms a thick carpet, which is not very susceptible of the germinating coniferous seed. The humus nitrogen is not converted into saltpetre, at least not in any quantities worth mentioning; and planted plants develop distinctly worse than in places where the humus nitrogen is nitrified.

The above-named mixed coniferous forests in central Sweden, which are highly productive and suitable for regeneration, are distinguished by their great denseness, and the ground under the trees is pretty evenly overshadowed. This has undoubtedly a very favourable influence on the humus-covering; but for the present I will say nothing on the question whether this is the only cause why it changes so rapidly and so advantageously for regeneration on the trees being cut. No analyses of the mineral qualities of the ground have yet been made. The ground flora in the wood, however, does not indicate a specially fertile forest soil; in the ground-covering the same species are met with as in woods with strong raw humus; but the proportion between the various species is different, and the mouldering of the plant-remains proceeds in a different manner.

In the development of an unfavourable raw humus covering both the climate and the ground, and also the treatment of the wood, are of great importance. The rawer and colder the climate is, the more easily does the humus-covering acquire a character unfavourable to the forest; but the treatment of the wood itself obviously plays a very great part. In the extremely sparse old spruce forests, where the access of light is stronger than in a really dense spruce forest, but where it is too weak to produce a very active transformation, berry-shrubs thrive well and contribute powerfully to an unfavourable development of the humus-covering. In the low-lying parts of Norrland, that is to say, near the coast, where the climate is most favourable, the clearings show a greater degree of transformation in the humus-covering. Nitratophilous plants are not so very rare there, even if the ground has not been burnt—for

instance, round Björna in Ångermanland. The higher one goes and the more raw the climate becomes, the less rapidly is the raw humus covering transformed after cutting, and the more slowly and with greater difficulty, on the whole, does the regeneration of the forest take place. When, for instance, in northern Ångermanland, one reaches a height of about 400 m. above sea-level, one notices clearly a distinct deterioration in the regeneration conditions of the forest; and at still greater elevations one may come across great bare areas where the access of light seems to be quite sufficient, but where the regeneration clearly proceeds at an excessively slow pace (see, for instance, fig. 37). Here we have to deal with not only directly, but also indirectly disadvantageous effects of the climate, namely its influence on the quality of the humus-covering. To this type belong very considerable tracts about 400—500 m. above sea-level in southern and central Lapland, covered with feebly growing spruce. From this, on the whole, correct picture of the conditions of regeneration and of ground that prevail in Norrland there is an exception in the areas rich in lime, which, even in the immediate neighbourhood of the alpine region, can get such a rich ground-vegetation on the clearings as to place considerable difficulties in the way of the regeneration of the forest, but where, nevertheless, if the forest is treated with prudence, it is possible to produce a very fair degree of natural regrowth.

On the whole, the formation of raw humus becomes worse and deeper the older and thinner the woods become; and if the development were allowed to proceed quite undisturbed, it would gradually lead in the course of time to extremely thin woods which it would be extremely difficult to regenerate. As is well-known, fire has often brought about a radical revolution in the whole of this course of development, and made the ground much more susceptible of forest regeneration. As a result of the effect of fire we have in many places extensive fine and dense young forests. As I have said above, I feel inclined to find the most important cause of this in the active formation of saltpetre that takes place after burning, and which has favoured the strong development of the plants in their youth. Denshiring or the burning of brushwood have also been measures of regeneration employed and recommended by many foresters, but strongly condemned by others.

When, in actual practice, the important question is how one is to treat the ground in order to favour the regeneration of the forest, then, according to the view which I have tried here to maintain, it is not a question of burning, but the question is to try to bring about the conversion into nitric acid of the organically bound nitrogen in the humus-covering in such a way as to be favourable to the coniferous tree-plants, but not too abundant.

In the above-mentioned forests in Jönåker, Äs, Högsjö, and Alkvättern, which have been examined by me such a transformation takes place after quite slight inroads with the axe, and the forest regenerates itself with the greatest ease. Under such favourable circumstances for the regeneration of the forest also clear cutting is employed with or without seed trees, and sometimes the clearings are burnt. According to the view which I here put forward, this last-named measure is both unnecessary and, to a certain extent, injurious. It would certainly seem as if on these areas, too, the nitrogen would be more rapidly nitrified if shrub-burning were employed;

but, of course, the burning always occasions a certain loss of nitrogen, which, however, if the ground is not too severely burnt, should soon be able to be made good. When the stand raised on the burnt ground has grown up, all nitrification ceases (see page CIV—CV); and sometimes one gets the impression that, when about twenty years old, the stand slows down its rate of growth. The effect gained by burning is always transitory, of course; and as the same thing can be obtained by increased access of light alone, the burning is unnecessary.

With regard to the danger which always exists of the ground being too severely burnt, and taking into consideration the other risks in burning, I consider that burning is objectionable on ground where the humus nitrogen is nitrified in any case. Burning there is a costly and needless measure.

For the practical forester, then, the question will be to judge whether the nitrogen is converted without burning on the areas he has under his care and management. One method of deciding this question is an examination of the humus-covering in the stand. The more mould-like this is, and the more it is formed of mosses and needle-refuse, the greater are the prospects that the humus nitrogen will be nitrified owing to the increased access of light caused by cutting. The ground-vegetation also gives him good and easily applicable guidance. If without burning such plants appear on the clearing as raspberry, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Senecio silvaticus*, dandelions (*Taraxacum officinale*), *Arenaria trinervia*, wild strawberries, rather light-green forms of *Rumex acetosella* and such plants, then he can be sure that the humus nitrogen is converted into a form favourable to the development of the young plants. The danger of the vegetation development just mentioned lies chiefly in the fact that it can often be so vigorous that it overpowers the young tree-plants. Whether a burning of areas of the kinds I here have in view can diminish this vegetation development, I do not know. I have not seen any cases which throw full light on this matter; but there would seem to be reason to consider that burning can very often positively increase the disadvantage that is apt to be caused by a vigorous clearing-vegetation.

Areas of the good quality that I have just described, are well suited for select cutting when we are concerned with regeneration. It is indisputable, of course, that the selection system was first developed in areas where even gap-cutting produces a transformation of the humus covering that is favourable for the germination and early development of the plants. In south Germany and in France, the real homes of a rational selection system, forest land has usually this favourable quality; and in their forests, with their mixture of of deciduous and coniferous trees, the formation of raw humus is rare. If one reads through a description of the forests in those districts where a rational selection system has been practised, we find that the ground, so far as we can judge, must belong to the type where gap-cutting produces or increases the nitrification of the soil. The accounts of the nature of the ground are far from satisfactory, it is true; but from the wealth of the true leaf-trees that are usually found in these forests, one can indirectly, so to speak, infer the good quality of the humus-covering (see, for instance, ENGLER, 1905). My own experience of those woods tends in the same direction. Nor would it seem to be a mere coincidence

that the man in Sweden who has perhaps worked most zealously for the introduction and development of the practice of select cutting, namely UNO WALLMO (1897), had to do with forests where gap cutting produces the nitrification of the humus nitrogen (see fig. 41). I do not wish here to enter into a detailed discussion of select cutting from an economic standpoint: that would take me too far outside the subject of this treatise; but this method of forest management has one great merit, namely, that the productive power of the ground is preserved, provided it is of such a nature that select cutting produces regrowth, which is usually the same thing as saying that select cutting produces a nitrification. On ground where this takes place, the regrowth in the gaps proceeds very rapidly. Even woodsmen who consider that the practice of select cutting is not very advantageous from an economic point of view acknowledge its power of promoting regeneration. (See ADOLF WELANDER, 1910.)

A later development of select cutting practice is represented by the method of select cutting in strips («*Blendersaumschlag*») elaborated by A. WAGNER (1912). Here, too, the result of the regeneration depends upon the nature of the ground. The description he gives of the conversion of the humus-covering on the clearing (1912, pages 56—58) points to the appearance of nitrification—a thing which is extremely probable when we consider the nature of these forests. In his photographs of very fine regrowths, too, we can see nitratophilous plants among the tree-plants (1912, page 89). Where the humus-covering has a less favourable quality, some preparation of the soil is also undertaken in order to favour the regeneration (1912, pages 114, 115). In this connection, it is of great interest to find that, where the strip-cutting method has been more or less unconsciously adopted in Sweden but has given very fine regrowth results, namely at Lanfors under Alkvättern in Värmland, there such a method of cutting produces a nitrification in the humus-covering (see page 94).

Questions as to the treatment of the ground assume quite a different shape when the humus-covering is more markedly of the raw humus type, so that the nitrification of the humus nitrogen encounters considerable difficulties. Here, too, one can find in the ground-flora some guidance in the transformation of the humus-covering. Where the mosses and berry shrubs, despite abundant access of light, do not fade away, or where the ground is covered with a thick carpet of *Aira flexuosa*, there, too, there is, as a rule, no formation of saltpetre. The dry moss carpet on the surface and the tangled mat formed by *Aira flexuosa* form a germinating bed unsuitable for the seeds and throw great difficulties in the way of natural regeneration. Even the planted plants that are developed on such a clearing grow distinctly worse than where the humus nitrogen is nitrified, unless they have to fight against a very powerful clearing vegetation, in which case the opposite may occur.

We may justly say that the question of regeneration which has been so keenly discussed amongst us of late years refers principally to areas of the last-named quality. Disputes have chiefly raged round the question as to how such areas are properly to be treated. All the investigations of which I have given some account above show the immense importance of the nitrification of the humus nitrogen. All the old methods of promoting regeneration, e. g. preparation of the soil, burning, breaking up the stumps, produce a nitrification of the nitrogen of the humus-covering. The coniferous

tree-plants developed in such places show, too, by their stronger, darker needles, and by their stronger growth, that they are able to absorb the saltpetre nitrogen.

The measures which ought to be taken depend both on the nature of the ground and on the nature of the clearing. In many of the more or less extremely sparse spruce-forests of Norrland one finds under the trees quite numerous spruce-plants which have managed to germinate in the half-shade of the spruce-forest and have there led a languishing life. When the forest is felled and the light is admitted, these trees begin to grow apace; and if they are sufficiently close together, they may sooner or later form a stand (see fig. 42). The development of these spruce plants, however, is connected with the transformation of the humus-covering: a more active conversion must take place. In a clearing where there are plenty of such plants and where the humus covering is rapidly transformed, there, too, we have every reason to take what nature offers and let these spruces enter into or form the new stand (see fig. 43). The difficulties lie principally in getting such a stand sufficiently dense: to fill up any gaps that exist by auxiliary planting, however, is a thing which ought to be attempted. Whether this is successful or not depends mainly on the nature of the ground and, above all, on the transformation of the nitrogen. The prospects of this are greatest when the humus nitrogen is nitrified, for there it is possible to raise pines even in relatively small open spaces (see fig. 44).

Of late there has been a tendency to adopt clean cutting without burn-beating or burning and planting of one or two years old pine-plants that have not been raised in a nursery. These plantations have given very various results; but even where they have succeeded, of course, there is some doubt as to whether the method can be regarded as quite satisfactory. On clearings with *Aira flexuosa* the planted plants are not so strong as where nitrification of the humus nitrogen has been produced; and self-sowing is not much to be relied upon, as the blanket of *Aira flexuosa* is an unsuitable germinating bed for coniferous tree-seed. If one relies solely on culture, the stand will be very sparse: and in the diseases to which the pine in particular is exposed we have far too small a number of plants in reserve to fall back on. I scarcely believe, therefore, that in the long run this method will prove to satisfy the claims which may fairly be made on regeneration. It will be costly in proportion to its efficacy, and it leaves far too little room for natural regrowth. The treatment of the clearings should, as far as possible, aim at producing such alterations in the humus-covering as strongly nourish the sown or planted plants and, at the same time, promote natural regrowth.

In the brushwood left on the ground we have not infrequently the means of producing the nitrification of the nitrogen. In the forests under Garpenberg we find that *Aira flexuosa* is often the dominant plant on the clearing, but that nitratophilous plants are found in the piles of brushwood. The brushwood there is often piled in such high heaps, however, that all natural regrowth is rendered impossible; but where the brushwood is not too abundant, its even and uniform spreading over the clearing may often promote not only the development of the sown or planted plants but also the natural regrowth. In the Black Forest in Germany branches of the silver fir (*Abies alba*) are employed in the same way in order to promote the transformation of

the humus-covering and natural regrowth (see WAGNER, 1912, page 111). It seems to me from the observations I have made, however, as if this means would be less effective in upper Norrland than further to the south, inasmuch as in Norrland, especially in its upper parts, the brushwood moulders considerably more slowly than in the climatically more favoured parts of the country. The spread brushwood can, of course, sometimes serve another purpose, namely to counteract the injurious trampling of grazing cattle and thereby protect the plants that already exist.

Another means of promoting the conversion of humus nitrogen is to be found in different methods of preparing the ground. These have hitherto had far too small a place in our forest economy, though interest in them has been shown in certain quarters. As is well known, there are ground-preparing implements of different types, for instance the Finnish plough, and WIDÉN'S cultivating plough; but this is not the place to enter into a description of them. It would certainly be of great service to the forest management of this country if the types of implement now existing were subjected to expert examination in order to test their powers on different kinds of lands. An important condition seems to me to be that the mineral soil and the humus should be mixed together as thoroughly as possible: that would increase the possibility of the favourable transformation of the humus-covering. The experiments in ground-preparation carried out by GRINNDAL in Södermanland show, too, that in Sweden by means of preparation of the soil with the Finnish plough extremely fine results can be obtained: the regrowth of pine under the thick array of seed-trees was extremely fine, and it was only where *Aira flexuosa* had got the upper hand that there was a dearth of plants (see fig. 15 and detailed description, page 1044). It is true that the preparation of the soil produces a development of grasses and herbs; but these do not appear greatly to hinder the development of the plants. Under an overshadowing stand, at any rate, they do not attain any very great luxuriance.

Another way of bringing about a preparation of the soil favourable to regrowth is to be found in the breaking up of the stumps. With the increased demand for wood that has been brought about by the world war, and that will probably continue to prevail for a considerable time after the conclusion of peace, this will probably play a far greater part than before in the economy of our forest management. It has long been known that very bad raw humus can be brought into a state of active transformation by means of breaking up the stumps, and that this favours regrowth.

As appears from this account, I am by no means inimical to burning: on the contrary, I hold the opinion that fire is of great importance in checking that formation of raw humus which easily takes place in our climate and which becomes especially active in old thin woods. But as fire has not only done good but also has many times done great harm, even slight burning should be employed with very great discrimination. It is in place only where the raw humus covering is very strong, so that a regeneration cutting or the making of a complete clearing is not sufficient to convert it to a really good humus, that is to say a nitrifying humus. Where the clearing-vegetation wholly, or for the most part, consists of berry-shrubs or a thick carpet of *Aira flexuosa*,

there is the proper place for a thorough preparation of the ground or a slight burning. The most important and the most effective of the objections which can be made against the employment of fire seem to me to be of a practical nature. These are the difficulty of limiting the fire, the danger of setting alight the neighbouring woods, and the danger that tree-plants already existing on the clearing should be consumed, etc. The risk that is thought to exist of deteriorating the ground, on the other hand, is much smaller. The important thing, of course, is to burn in the spring, when the ground is still so damp that the humus covering does not take any great harm, but only the mosses and the berry shrubs are burnt up. The burning involves the loss of a great deal of nitrogen, it is true; but the loss is of less importance because the nitrogen of the raw humus covering is not readily available. The nitrogen in the layer of humus remaining after the burning, on the other hand, is readily available, not least for the tree-plants. And if the ground has not been too severely burnt, the lost nitrogen should be soon enough replaced. In the ground there live organisms that assimilate nitrogen; and it is very possible that the activity of these, as of other bacteria, is stimulated after a fire. But there is yet another risk. If the burning is very severe, the ground becomes more close and compact than before and the upper crust somewhat changes its structure. I have not given any close study to the matter; but the phenomenon might possibly be explained by the effect which the alkalis produced by the burning exercise on the ground. The alkalis are wont to destroy the flocculated structure of the ground: the soda soils on the Hungarian steppe (*Pussta*) are distinguished by a very close stratification, and the ground is thus very compact. In another respect, on the other hand, fire has often a favourable influence on the ground: it favours the immigration of the birch and other leaf-trees, and their fallen leaves greatly contribute to a good condition of the humus-covering. Where leaves of birch or aspen are mingled with fallen needles and shrubs, the humus has a far looser and more favourable structure than where they are lacking (see figs. 45 and 46). It is true that aspen and birch may immigrate in such abundance as to hinder the development of the more valuable conifers; but by taking pains to secure a supply of seed-trees of pine and spruce, and by keeping the birch and the aspen within reasonable bounds in the immediate neighbourhood of the clearing, it ought to be possible to overcome this difficulty. Denshiring or burning, in any case, is of such a great importance and is such a comparatively cheap means of promoting regrowth on lands difficult of regeneration, and covered with strong raw humus, that its applicability must be discussed and investigated without preconceived opinions. On the lands with which we are here concerned, if we wish to secure a dense and strong regrowth, wherein self-sowing also can take its part, we have only two things to choose between—either burning or else systematic and thorough preparation of the soil, which brings about a real transformation in the tough raw humus covering.

Finally it may be expedient to make a quite brief summary of the most important results of these studies: here I shall limit myself to our coniferous forests.

In the humus-covering which is formed in our mossy coniferous



forests, no nitrification or saltpetre-formation occurs, or very little. The organically bound nitrogen is not transformed further than ammonia. This holds good even of our finest and most productive mixed coniferous forests.

Fellings that bring about a strong access of light have a strong influence on the transformation of nitrogen.

Where the humus-covering is rather thin and loose, chiefly composed of mosses and fallen needles, felling may bring about a very active transformation of the humus nitrogen to nitrate, owing, among other things, to the fact that the felling brings about a radical alteration in the bacterial flora of the humus covering.

When the humus-covering is very markedly of the nature of raw humus, there appears only a more active transformation of the humus nitrogen, but no nitrification takes place. The varieties of change undergone by the humus-covering can, to some extent, be estimated from the ground-vegetation. Where the humus nitrogen is transformed into nitrate, there appear nitratophilous plants raspberry, *Epilobium angustifolium*, *Arenaria trinervia*, *Galeopsis bifida*, *Senecio silvaticus*, *Rumex acetosella*, etc. Where the humus-covering moulders without the humus nitrogen being transformed into nitrate, *Aira flexuosa* is the predominant clearing-plant. Thorough methods of preparing the ground, such as are able to mix the humus-covering with the mineral soil, mouldering brushwood and timber, and also the burning of the ground produce a formation of saltpetre even in a marked raw humus covering.

There is close parallelism between the nitrification of the humus nitrogen and the regenerative possibilities of the ground. The forests where even select cutting produces nitrification are comparatively easily regenerated. Road-sides, places where stumps have been broken up, and burns, are often distinguished by a fine regrowth, and there, too, the humus nitrogen is nitrified. Fallen trunks and other brushwood favour the formation of saltpetre and regeneration. Raw-humus lands without nitrification, on the other hand, are difficult of regeneration.

Experiments that have been made and direct observations *in natura* show that the pine in its youth develops more strongly in a humus-covering with nitrification than without nitrification. Probably the same holds good of the spruce also.

In herbulent-spruce-forests there is usually nitrification of the ground. In such forests, felling produces an increased formation of saltpetre, which may bring about herb and grass vegetation troublesome to coniferous plants. In such places, however, the spruce grows again in small gaps, such as do not permit any very strong development of the ground-vegetation. In such forests it

is often important to check the clearing vegetation, the competition of which otherwise may be fatal to the tree-plants.

The way in which we effect the transformation of the humus nitrogen ought to be our leading idea in the carrying out of our measures of forest regeneration.

---

**Principal terms used in »Detailed Investigations» (pp. 1031—1052).**

*Granskog* = spruce-forest.

*Tallskog* = pine-forest.

*Hyggesvegetation* = clearing-vegetation.

*Ståndortsanteckning* = description of the vegetation.

*Undersökning av växternas nitrathalt* = investigation of the nitrate-content of the plants.

*Stark (svag, ingen) reaktion* = strong (weak, no) reaction.

*Kalhyggen av olika ålder* = clean clearings of different ages.

*Lagringsprof* = stored samples of soil.

*Lucka* = gap.

*Brandfält* = burn.

*För skogskultur svedd mark* = ground burnt for forest cultivation.

*Kolbotten* = charcoal-burning ground.

*Tjärdal* = tar-hollow.

---