

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

SILVA FENNICA

119

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

HELSINKI 1966

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin.

Finska Forstsamfundets publikationsserier:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland och dess grunder. Branden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt.

SILVA FENNICA

119

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

Silva Fennica

N:o 119 (1966)

1. **Erkki Lähde:** Kokeita selluloosan hajoamisnopeudesta erilaisissa metsiköissä 1—11
Summary (Experiments on the decomposition rate of cellulose in different stands) 12
2. **Leo Heikurainen:** Koetuloksia männyn kylvöstä ja istutuksesta ojitetuilla soilla 1—20
Summary (Some results of pine seeding and planting on drained peat soils) 21
3. **Juhani Päivänen:** Sateen jakaantuminen erilaisissa metsiköissä 1—34
Summary (The distribution of rainfall in different types of forest stands) 35—37
4. **Ivessalo, Mikko ja Yrjö:** Suomen pienmetsätalouden tutkimuksessa v. 1930 inventoitujen pienmetsälöiden kehityksestä vuodesta 1930 vuosiin 1963—64 Referat (Über die Entwicklung der in der Untersuchung der Kleinwaldwirtschaft in Finnland im Jahre 1930 inventierten Waldwirtschaftsbetriebe vom Jahre 1930 bis zu den Jahren 1963—64) 1—47
..... 48—49

KOKEITA SELLULOOSAN HAJAANTUMISNOPEUDESTA
ERILAISSA METSIKÖISSÄ

ERKKI LÄHDE

SUMMARY:

*EXPERIMENTS ON THE DECOMPOSITION RATE OF
CELLULOSE IN DIFFERENT STANDS*

HELSINKI 1966

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	3
Tutkimuskohteet ja menetelmät	4
Puuston vaikutus selluloosan hajoantumiseen	6
Talven kuluessa	6
Yhden vuoden kuluessa	7
Tulosten tarkastelua	9
Kirjallisuusluettelo	11
Summary	12

Johdanto

Karikkeiden hajoantuminen ja siihen liittyvät kysymykset ovat olleet tutkijoiden mielenkiinnon kohteena jo EBERMEYERIN (1876) klassillisesta tutkimuksesta lähtien. Ko. ilmiö on riippuvainen useista tekijöistä, joista tärkeimpiä ovat itse karikkeiden koostumus sekä ne olosuhteet, joissa hajoittavat mikrobit joutuvat toimimaan. Hajoantumisnopeus ja -tapa taas vaikuttavat erilaisten humustyyppien syntymiseen (mm. MÜLLER 1887, RAMANN 1890 ja HESSELMAN 1926).

Hajoantumisnopeutta käsitteleviä tutkimuksia on tehty sekä luonnonoloissa (esim. NÖMMIK 1938, WITTICH 1939, SHANKS ja OLSON 1961, MIKOLA 1960) että laboratorio-olosuhteissa (mm. MELIN 1930, BROADFOOT ja PIERRE 1939, BORNEBUSCH 1946, VIRO 1955, KUCERA 1959, DAUBENMIRE ja PRUSSO 1963) sekä myös rinnakkaistutkimuksina kenttä- ja laboratorio-oloissa, kuten MIKOLA (1954).

Laboratoriokokeiden avulla voidaan tutkia mm. sellaisten tekijöiden kuin lämpötilan ja kosteuden vaikutusta karikkeiden hajoantumiseen. Kenttäkokeilla sitä vastoin voidaan osoittaa luonnossa tapahtuvaa hajoantumista, mikä käytännön kannalta on tärkeitä, jotta pystytään selvittämään, minkälaisilla toimenpiteillä karikkeiden hajoantumista saatetaan nopeuttaa. Näiden kokeiden hankaluutena on kuitenkin se, että karikkeiden määrien kontrolloiminen tuottaa vaikeuksia, ja toisaalta varotoimenpitein joudutaan muuttamaan olosuhteita (MIKOLA 1954).

Luonnollisten metsäkarikkeiden ohella voidaan käyttää tutkimusmateriaalina tiettyä orgaanista ainetta, jota karikkeet sisältävät, ja seurata sen hajoantumista tutkituissa kohteissa. Kuten tunnetaan, sisältävät karikkeet selluloosaa keskimäärin 20—30 %. Tämä on materiaalina erittäin käyttökelpoista, koska hajoittavat mikrobit eivät syntetisoi uutta selluloosaa, mutta kuitenkin sen hajoantuminen eri karikkeissa tapahtuu erilaisella nopeudella (MIKOLA 1954). Selluloosaa on käytettykin jossain määrin tutkimusmateriaalina. RICHARD (1945) on tutkinut viskoosisilkistä valmistetun langan vetolujuuden heikkenemistä maassa ja näin osoittanut tapahtuneen selluloosan hajoantumisen intensiteettiä. Periaatteeltaan samantapainen on menetelmä, jossa selluloosan hajoantumisnopeutta mitataan sen painon vähenemisenä. Tällaista metodia ovat käyttäneet PAARLAHTI (1964) ja LÄHDE (1965) tutkiessaan turpeen biologista aktiviteettia

erilaisilla suotyypeillä. Samaa metodologia soveltaen on tässä tutkimuksessa pyritty selvittämään selluloosan hajaantumisenopeutta rinnakkain koivu- ja kuusimetsiköissä sekä toteamaan, missä määrin näiden puulajien muodostamissa metsiköissä vallitsevat erilaiset olosuhteet vaikuttavat maassa tapahtuvaan selluloosan hajaantumiseen. Lisäksi tarkastellaan selluloosan hajaantumisenopeuden vaihtelua eri syvyyksillä maassa ko. metsiköissä.

Tutkimuskohteet ja menetelmät

Kohteiksi valittiin kuusi vuonna 1962 mitattua koealaa Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueesta. Ne olivat 0.04 ha:n suuruisia. Tiedot koealojen puustosta esitetään taulukossa 1. Taulukosta 2 nähdään kasvipeiteanalyysien tulokset, jotka ovat peittävyysprosenttien keskiarvoja 25:lta 1 m²:n suuruiselta ruudulta. Lisäksi esitetään taulukossa 3 mekaanisen maa-analyysin tulokset koealojen kivennäismaasta. Koealat on otsikoitu metsätyypin ja pääpuulajin mukaan.

Kuten taulukoiden 1, 2 ja 3 perusteella todetaan, voidaan koealat jakaa metsätyyppien mukaan pareihin niin, että ne vain puuston puolesta poikkeavat toisistaan. OMT:n koealat sijaitsevat rinnakkain entisellä pellolla. Puhdas kuusikko on istutusmetsikkö, kun taas koivuvaltaiseen metsikköön on kuusi tullut alikasvokseksi. Turvekangaskoealat (oj. v. 1927, turvekerroksen paksuus 11—

Taulukko 1. Koealojen puusto, mitattu v. 1962.

Table 1. Growing stock of sample plots, measured in 1962.

Koeala Sample plot		Ikä Age years	Tiheys Dens- ity	m ³ /ha kuorin. Volume cu.m./ha	% m ³ :stä % of volume			Puuluku/ha Number of trees/ha				Kasvu- % Annual growth %
metsä- tyyppi Forest type	pää- puulaji Dominant species				Ko Birch	Ku Spruce	Mä Pine	Ko Birch	Ku Spruce	Mä Pine	Yht. Total	
1) OMT	Ko	35	0.9	106.5	73	22	5	425	1 350	100	1 875	7.7
	Ku	35	1.0	174.3	—	100	—	—	2 425	—	2 425	10.7
2) VT	Ko	35	1.0	154.9	100	—	—	1 225	—	—	1 225	6.8
	Ku	35	1.0	58.2	—	100	—	—	2 625	—	2 625	9.3
3) Mtkg	Ko	45	1.0	143.4	100	—	—	2 875	—	—	2 875	6.2
	Mä-Ku	45	1.0	217.8	—	20	80	—	1 450	625	2 075	4.4

1) *Oxalis-Myrtillus* type

2) *Vaccinium* type

3) *Myrtillus* type drained peatland

Taulukko 2. Eri kasvilajien peittävyysprosentit koealoilla.

Table 2. Composition of ground vegetation in the sample plots (per cent coverage).

Laji — Species	OMT		VT		Mtkg	
	Ko Birch	Ku Spruce	Ko Birch	Ku Spruce	Ko Birch	Mä-Ku Pine- Spruce
<i>Pleurozium schreberi</i>	△	2.8	0.6	51.2	0.3	29.6
<i>Hylocomium splendens</i>	—	—	—	0.2	—	0.2
<i>Dicranum undulatum</i>	—	—	—	27.9	0.5	11.8
Muut sammalet — Other mosses	0.1	0.1	—	0.3	2.9	8.3
Sammalet yht. — Mosses total	0.1	2.9	0.6	79.6	3.7	49.9
<i>Deschampsia flexuosa</i>	7.0	—	18.3	4.3	△	0.2
<i>Galamagrostis epigeios</i>	6.5	△	14.4	2.8	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	0.5	△	0.5	0.2	—	—
Muut heinät — Other grasses	1.1	0.3	0.8	—	0.4	—
Heinät yht. — Grasses total	15.1	0.3	34.0	7.3	0.4	0.2
Ruohot yht. — Herbs total	22.3	3.6	37.1	3.3	5.0	—
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	1.5	—	1.4	6.9	3.5	0.9
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2.2	0.2	2.2	7.0	31.6	30.0
Muut varvut — Other low shrubs ...	1.4	0.1	—	0.8	—	△
Varvut yht. — Low shrubs total	15.1	0.3	3.6	14.7	35.1	30.9

Taulukko 3. Kivennäismaan raekoostumus koealoilla.

Table 3. Texture of mineral soil in sample plots.

Maalaji Soil	Raekoko Size of particles mm	OMT		VT		Mtkg	
		Ko Birch	Ku Spruce	Ko Birch	Ku Spruce	Ko Birch	Mä-Ku Pine- Spruce
Sora — Gravel	20—6	—	—	0.2	—	—	—
	6—2	0.1	1.7	1.9	0.4	0.1	—
Hiekka — Sand	2—0.6	4.5	6.3	19.6	34.5	3.2	2.6
	0.6—0.2	2.5	2.9	11.7	16.4	17.0	7.8
Hieta — Fine-sand ..	0.2—0.06	28.2	16.6	40.3	33.0	54.2	67.0
	0.06—0.02	36.0	22.9	12.7	7.4	12.9	12.3
Hiesu — Silt	0.02—0.006	13.8	21.1	5.4	2.4	5.3	2.8
	0.006—0.002	6.8	12.9	2.9	0.5	2.3	2.0
Savi — Clay	0.0002 >	8.1	15.6	5.3	5.4	5.0	5.5

12 cm) ovat myös rinnakkain ja ovat kehittyneet aina 30 ikävuoteen asti samanlaisina, mutta talvella 1951—52 toiselta koealalta hakattiin kaikki lehtipuut pois ja toiselle vuorostaan jätettiin vain koivu. VT:n koealat eivät ole aivan lähekkäin, mutta sijaitessaan samalla kuivalla kankaalla ovat primäärisesti maapohjaltaan hyvin samanlaisia, mikä näkyy tarkasteltaessa ko. metsiköiden maalajirakennetta sekä kasvipeiteanalyysijä. Kasvilajistoltaan koealat ovat samantyyppisiä, vaikka välillisesti erilaisesta puustosta johtuen lajien runsaus-suhteissa on huomattavia eroja.

Tutkimusmenetelmä oli sovellutus PAARLAHDEN (1964) ja LÄHTEEN (1965) käyttämästä metodista. Nylonharsopussiin kiinnitettiin peräkkäin hakasilla viisi kappaletta kaappikuivina (24 t 105°C) punnittua 3 cm:n levyistä, 5 cm:n pituista ja n. 1.5 mm:n paksuista selluloosasuikaletta. Selluloosa oli Oy Kaukas Ab:n valmistamaa valkaistua sulfiittiselluloosaa, joka sisältää 94.5 % α - ja loput β - ja γ -selluloosaa sekä n. 0.1 % pihkan hajaantumistuotteita. Kullekin koealalle pantiin näitä pusseja 16 kpl. Ne työnnettiin maahan erikoisen kiilan avulla siten, että ne tulivat maan pintaan nähden n. 20°:n kulmaan, joten alin palanen joutui 6—7.5 cm:n syvyyteen.

Pussit upotettiin maahan 4. 11. -64. Ensimmäinen erä otettiin ylös toukokuun alussa 1965. Tämä erä sisälsi neljä pussia kultakin koealalta. Ne valittiin arpomalla. Selluloosasuikalet pestiin ja kuivattiin (24 t 105°C) sekä punnittiin, jolloin painon vähennys suoraan osoitti maassa hajonneen selluloosan määrän. Toinen erä, joka käsitti loput pussit, otettiin ylös lokakuun 25. päivänä, joten ne olivat maassa noin vuoden. Kahdelta koealalta ei onnistuttu löytämään kaikkia pusseja, jolloin laskelmien helpottamiseksi arvottiin muiltakin koealoilta vastaava määrä pois. Tämän erän lopulliseksi määräksi jäi näin 11 pussia koealaa kohti.

Puuston vaikutus selluloosan hajaantumiseen

Talven kuluessa

Toukokuun alussa otettujen selluloosaerien painon menetys esitetään koealareittain taulukossa 2. Ajanjakso, jonka selluloosapalaset olivat maassa, sisältää siten talven ja alkukevään. Pusseja nostettaessa todettiin, että kuusivaltaisilla koealoilla esiintyi vielä yleisesti routaa 5—10 cm:n syvyydessä, mikä vaikeutti pussien nostamista. Lumi oli sulanut ko. keväänä Ruotsinkylässä aukealta huhtikuun puolivälissä.

Tulokset on käsitelty tilastollisesti varianssianalyysin ja F-testin avulla. Taulukkoon on myös laskettu keskiarvojen pieniin merkitsevä ero Tukeyn menetelmää käyttäen. Suuresta hajonnasta ja aineiston pienyydestä johtuen (4 pus-

sia/koeala) erot keskenään eri koealarien ja syvyyserosten selluloosan hajaantumismäärissä ovat vain muutamissa tapauksissa tilastollisesti merkitseviä, vaikka keskiarvoissa on huomattavia eroja. Tuloksista nähdään kuitenkin selvänä se suuntaus, että puhtailla koivikkokoealoilla painon menetykset ovat suuremmat kuin vastaavissa kuusikoissa tai mä-ku-sekametsikössä. Selluloosan hajaantuminen koivikkokoealoilla on voimakkainta lähinnä maan pintaa. Koealoilla, joilla ei koivua ole, ei merkitseviä eroja hajaantumisessa eri syvyyksillä voida todeta.

Yhden vuoden kuluessa

Syksyllä 1965 otettu näyte-erä käsittää pääosan aineistosta. Tällöin selluloosapalaset olivat olleet maassa noin vuoden ajan. Taulukossa 5 esitetään tulokset tältä osin sekä myös vastaavat tilastolliset tunnusluvut, kuten taulukossa 4. Lisäksi on laskettu kaikkien koealojen väliset pienimmät merkitsevät erot. Aineisto sisältää 11 selluloosapalasta koealojen kutakin syvyyserosta kohti.

Selluloosan hajaantumisessa kaikilla tutkituilla syvyyksillä erot koealareissa koealojen välillä ovat merkitsevät tai erittäin merkitsevät, lukuunottamatta mustikkaturvekankaan 1.5—3.0 cm:n ja sitä syvempiä kerroksia. Kussakin tapauksessa hajaantuminen koivuvaltaisilla koealoilla on nopeampaa kuin havupuuvallaisilla.

Tuloksia tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että koivikkokoealojen pintakerroksessa selluloosa on hajaantunut lähes täydellisesti, mikä merkitsee, että palaset tältä osin ovat ehkä olleet liiankin kauan maassa. Hajaantuminen niissä on saattanut saavuttaa jo aikaisemmin kesällä ko. tason, jolloin koivikko- ja kuusikkoalojen erot olisivat olleet ehkä vielä suurempia. Toisaalta prosenttiarvot vaihtelevat 50 %:n molemmin puolin, mikä taas tulosten luotettavuuden kannalta on eduksi.

Pintakerrosten suurten prosenttilukujen haitta ilmenee myös, kun tuloksia tarkastellaan kerroksittain kunkin koealan kohdalta. Erot eri kerrosten välillä ovat VT:n kuusikossa ja Mtkg:n koivikossa erittäin merkitseviä sekä OMT:n kuusikossa ja VT:n koivikossa lähes merkitseviä siten, että lähinnä maan pintaa selluloosa on hajaantunut voimakkaammin kuin syvemmällä maassa. Menettäessä 1.5 cm:stä 7.5 cm:iin eivät erot hajaantumismäärissä ole tilastollisesti merkitseviä. Poikkeuksen tekee VT:n kuusikko, jossa 6.0—7.5 cm:n kerroksessa hajaantuminen on vielä verrattain voimakasta. Tasaisimmat lukusarjat on saatu turvekangaskoealoilta, mikä olikin odotettavissa, sillä ilmeisesti turve koekappaleiden hajaantumisympäristönä on homogeenisempi kuin kangashumus ja kivennäismaa.

Taulukko 4. Selluloosan painon häviö (prosenttia kuivapainosta) talven kuluessa.

Table 4. Weight loss cellulose (per cent of the dry weight) during the winter.

Syvyys Depth cm	OMT				VT				Mtkg			
	Ko Birch	Ku Spruce	F ¹⁾	pme ²⁾	Ko Birch	Ku Spruce	F	pme	Ko Birch	Mä-Ku Pine-Spruce	F	pme
0—1.5	21	14	0.44	25.5	43	3	26.03**	19.4	31	9	7.11*	19.9
1.5—3.0	3	9	0.52	20.3	18	1	17.00**	10.2	18	7	6.60*	10.2
3.0—4.5	3				13	3	2.62	15.8	15	7	0.89	12.9
4.5—6.0	3				13	2	3.46	14.5	6	5	0.69	5.1
6.0—7.5	3				16	2	11.20*	10.2	8	5	2.12	7.1
F	1.39				4.89**	0.54			4.18*	0.90		
pme	29.1				25.5	4.7			21.1	9.8		

1) * = lähes merkitsevä, riski 5 %, almost significant

** = merkitsevä, riski 1 %, significant

*** = erittäin merkitsevä, riski 0.1 %, highly significant

2) pme = keskiarvojen pienin merkitsevä ero Tukeyn kaavasta, least significant difference

Taulukko 5. Selluloosan painon häviö (prosenttia kuivapainosta) yhden vuoden kuluessa.

Table 5. Weight loss of cellulose (per cent of the dry weight) during one year.

Syvyys Depth cm	OMT				VT				Mtkg				Kaikkien koealojen pme pme of all sam- ple plots
	Ko Birch	Ku Spruce	F	pme	Ko Birch	Ku Spruce	F	pme	Ko Birch	Mä-Ku Pine-Spruce	F	pme	
0—1.5	93	45	29.74***	18.5	94	55	55.45***	10.8	81	61	10.23**	13.1	20.4
1.5—3.0	77	21	40.58***	18.3	77	29	46.13***	14.6	60	54	0.88	12.8	21.7
3.0—4.5	63	18	20.25***	21.1	73	28	33.05***	16.3	55	57	0.06	11.4	27.8
4.5—6.0	72	16	30.79***	21.1	72	37	14.94***	18.9	51	46	0.51	15.5	26.2
6.0—7.5	73	18	35.18***	19.4	76	47	13.14**	16.4	53	44	1.25	16.6	24.2
F	0.67	3.26			2.84	13.69			7.47	1.99			
pme	26.4	27.0			21.0	12.9			17.7	20.2			

Taulukosta 5 nähdään myös kaikkien koealojen yhteiset eri kerrosten väliset keskiarvojen pienimmät merkitsevät erot. Havaitaan, että OMT:n ja VT:n koivikoissa ei selluloosan hajaantumisenopeudessa kerroksittain ole merkitseviä eroja. On otettava kuitenkin huomioon, että OMT:n koivikossa oli melkoisesti havupuusekoitusta (27 % kuutiomäärästä). Mustikkaturvekankaan koivikossa hajaantuminen on hitaampaa kuin edellä mainituissa metsiköissä.

Tulosten tarkastelua

Yleisesti tunnettu tosiseikka on, että ns. valopuiden muodostamisessa metsiköissä karikkeiden hajaantuminen on nopeampaa kuin ns. varjopuumetsiköissä. Tässä tutkimuksessa on pyritty vertaamaan selluloosan, joka on yksi tärkeimmistä karikkeiden sisältämistä orgaanisista yhdisteistä, hajaantumismääriä koivua, kuusta tai näitä molempia kasvavissa metsiköissä. Maapohjaltaan vertailukelpoisina koealalappareina voidaan pitää OMT:llä, VT:llä ja Mtkg:lla sijaitsevia koealoja, jotka poikkeavat toisistaan vain puuston puolesta. Tulokset näiltä koealoilta osoittavat puuston välillistä tai välitöntä vaikutusta maassa tapahtuvaan selluloosan hajaantumiseen. Hajoittavan mikrobiston määrää ja laatua ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

Selluloosan hajaantuminen on koivua sisältävillä koealoilla pintakerroksessa jo talven ja kevään kuluessa 30—40 %, kun taas havupuukoealoilla ei sanottavasti hajaantumista ole tapahtunut, mikä suurelta osalta johtunee lämpöolosuhteista. Kuusikoissa puustosta johtuen lumen ja roudan sulaminen keväällä tapahtuu huomattavasti hitaammin kuin aukealla tai lehtipuumetsiköissä (YLI-VAKKURI 1960). Mm. MIKOLA (1954), MORK (1938) sekä DAUBENMIRE ja PRUSSO (1963) ovat todenneet useimpien karikelaatujen hajaantuvan korkeammassa lämpötiloissa nopeammin kuin alhaisissa.

Edelleen koko vuoden tulosten perusteella havaitaan, että hajaantuminen koivua sisältävillä koealoilla on selvästi voimakkaampaa kuin samantyyppisillä kuusikkokoealoilla. OMT:n metsikössä, jossa koivu muodostaa kuutiomäärästä n. 70 %, oli hajaantuminen yhtä voimakasta kuin VT:n koivikossa. OMT:n kuusikossa, jossa kuutiomäärä on n. kolminkertainen verrattuna VT:n kuusikoon, oli hajaantuminen jonkin verran hitaampaa kuin viimeainitussa metsikössä, mikä myös johtuu siitä, että tiheissä kuusikoissa lumi ja routa sulavat hitaammin kuin harvennetuissa kuusikoissa (YLI-VAKKURI 1960). Turvekan-kaalla erot ovat pieniä eri kerrosten ja metsiköiden välillä, kuitenkin ne esiintyvät samansuuntaisina kuin kangasmaalla.

Eri syvyyksillä pinnasta n. 7.5 cm:n syvyyteen 1.5 cm:n välein on eroa hajaantumisen voimakkuudessa vain pintakerroksen ja muiden kerrosten välillä. Useimmilla koealoilla on selluloosan hajaantuminen lähellä pintaa voimakkaampaa kuin syvemmillä. Vaikkakaan erot kaikkien koealojen kohdalla eivät ole tilastollisesti merkitseviä, on tämä selvästi nähtävissä, Puoltatoista senttimetriä syvemmissä kerroksissa ei ole eroja. Useissa tutkimuksissa (vrt. esim. WAKSMAN 1931) on todettu hajoittavien mikrobien määrän vähentyvän maassa pinnasta syvemälle mentäessä, mihin vaikuttaa mm. lämpötila.

Selluloosan hajaantumisenopeus on riippuvainen metsikössä vallitsevista ekologisista olosuhteista, kuten mikroilmastosta, humuksen laadusta ja näiden seu-

rauksena mikrobistosta. Ekologiset olosuhteet taas kehittyvät hyvinkin erilaisiksi puustoltaan toisistaan poikkeavissa metsiköissä. Koivu, joka karikkeittensa laadun puolesta on lehtipuista heikoimpia, parantaa kuuseen verrattuna maan biologista aktiiviteettia ja siten nopeuttaa selluloosan hajaantumista ja vaikuttaa nähtävästi edullisesti muihinkin mikrobiologisiin prosesseihin.

Kirjallisuusluettelo — References

- BORNEBUSCH, C. H. 1946. Forskellige bladarters forhold til omsætningen i skovjord. *Det Forstl. Forsøgsv. i Danmark*. 16: 265—272.
- BROADFOOT, W. M. ja PIERRE, W. H. 1939. Forest soil studies I. Relation of rate of decomposition of tree leaves to their acid-base balance and other chemical properties. *Soil Sci.* 48: 329—348.
- DAUBENMIRE, R. ja PRUSSO, DON C. 1963. Studies of the decomposition rates of tree litter. *Ecology* 44: 589—592.
- EBERMAYER, E. 1876. Die gesamte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldbaues. Berlin.
- HESSELMAN, H. 1926. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av markvården. *Medd. fra. stat. skogsförsöksanst.* 22: 169—552.
- KUCERA, C. L. 1959. Weathering characteristics of deciduous leaf litter. *Ecology* 40: 485—487.
- LÄHDE, E. 1965. Biologisen aktiiviteetin syvyysjakaumisesta eräiden luonnontilaisten ja ojitettujen suotyyppien turpeessa. Konekirjoite. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitos. Helsinki.
- MELIN, E. 1930. Biological decomposition of some types of litter from North American forests. *Ecology* 11: 72—101.
- MIKOLA, P. 1954. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisnopeudesta, *Metsäntutkimuslait.* julk. 43.1.
- 1960. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in Southern and Northern Finland. *Oikos* 11: 161—166.
- MÜLLER, P. E. 1887. Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- NÖMMIK, A. 1938. Über die Zersetzungsgeschwindigkeit des gefallenen Laubes und der Koniferennadeln und über den Schwund einiger in ihnen enthaltenen Elemente. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* 8: 77—100.
- PAARLAHTI, K. 1964. Havaintoja pohjaveden korkeuden vaikutuksesta selluloosan hajaantumiseen rämeen ja korven turpeessa. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Helsinki.
- RAMANN, E. 1890. Die Waldstreu und ihre Bedeutung für Boden und Wald. Berlin.
- RICHARD, F. 1945. Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiss-Festschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften.
- WAKSMAN, S. A. 1931. Principles of soil microbiology. London.
- VIRO, P. J. 1955. Investigations on forest litter. *Metsäntutkimuslait.* julk. 45.6.
- WITTICH, W. 1939. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. *Forstarchiv*. 15.
- YLI-VAKKURI, P. 1960. Metsiköiden routa ja lumisuhteista. *Acta forest. fenn.* 71.

S U M M A R Y :

*EXPERIMENTS ON THE DECOMPOSITION RATE OF
CELLULOSE IN DIFFERENT STANDS*

The aim of this project was to investigate of the cellulose decomposition rate in the soil on the ecological conditions created by different tree species, particularly birch and spruce. Therefore, comparable sample plots were established in adjoining birch and spruce stands. Data on the tree stand, the vegetation, and the soil in the sample plots are given in Tables 1—3. The experiment was carried out in the Ruotsinkylä Experimental Forest, 25 km north of Helsinki.

Five pieces ($3 \times 5 \times 0.15$ cm) of cellulose (bleached sulphite pulp) were dried, weighed, and fastened one after another into a nylon bag. The bags were then placed into the soil at a slant; the uppermost piece of cellulose was at the depth of 0—1.5 cm and the bottom one at 6—7.5 cm. The experiment was started on Nov. 4, 1964. The first samples (4 bags per sample plot) were taken in early May, 1965, and the remaining ones (12 bags per plot) at the end of October. The weight losses are given in Tables 4 and 5.

The results show that even within a forest type, decomposition is much more rapid in birch stands than in spruce stands. In all the stands the decomposition rate decreased rapidly with increasing depth. The difference between birch and spruce stands, as well as the decrease with increasing depth, was probably mainly due to different thermal conditions.