

KLAUS SILFVERBERG

TRÄASKA, PK-GÖDSEL OCH MARKFÖRBÄTTRINGSMEDEL PÅ DRÄNERADE TALLMYRAR

Wood ash, PK-fertilizer and two soil ameliorating additives on drained pine mires

Silfverberg, K. 1991: Träaska, PK-gödsel och markförbättringsmedel på dränerade tallmyrar. (Abstract: Wood ash, PK-fertilizer and two soil ameliorating additives on drained pine mires.) — *Suo* 42:33–44. Helsinki. ISSN 0039-5471

The study was made in four experimental fields on drained peatland in western Finland (63–66°N). One of the experiments was laid out in 1972; the others in 1978–1979. Treatments included different kinds of wood ash and PK-fertilizer, an ash-imitating mixture and apatite+biotite. Needle analyses and growth measurements were carried out in 1983–1986. The concentrations of Mg and Mn generally decreased after fertilization. A rise in the foliar P, foliar K and foliar weight correlated with the growth response. Best growth increment was achieved with the ash-imitating mixture and PK-fertilizer, while apatite+biotite did not increase growth. In the first years after fertilization, growth on the ash plots was weaker, but later stronger or equal to growth on PK- and ash-imitating plots. The correlation between initial tree height and post-fertilization growth was similar on the different treatments. The poor growth increment on some ash treatments was probably due to the insufficient amount of nutrients in the ashes used.

Key words: Ash fertilization, Finland, growth, needle analysis, peat, Scots pine

K. Silfverberg, The Finnish Forest Research Institute, P.O. Box 18, SF-01301 Vantaa, Finland

INLEDNING

Förmågan att nyttja aska till sin fördel har människan känt till sedan länge. I det boreala barrskogsbältet nyttjades askan som näringskälla för odlingsväxterna i svedjebruket (Heikinheimo 1915). Aktiv spridning av aska var förmodligen begränsad till trädgårdar och omgivande odlingsmark. Senare har askans näringsinnehåll kommit skogsbruket till godo vid hyggesbränning (Eneroth 1931, Uggla

1957, Yli-Vakkuri 1958, Landers 1987). De första egentliga gödslingsförsöken med vedaska i Europa lades ut åren 1910 och 1913 på dikad torvmark i Västerbotten, Sverige (Malmström 1935, Obernberger 1990). Efter hand lades allt fler försök ut i Sverige samt även i Finland och Norge (Lukkala 1951, Malmström 1952, Thurmann-Moe 1956). Askans ursprung och konsistens är i de flesta fall okänd, men kvantiteterna låg mellan 1–16 t/ha. Försö-

ken omfattade ofta enstaka provrutor och även biotopvalet vidlånade brister, eftersom många försök låg på svårbeskogade kalmyrar.

De första revisionerna över dessa försök gjordes på 1950-talet (Malmström 1952, Lukkala 1955). Effektiv dränering och kväverik torv bildade premisserna för en kraftig och långvarig tillväxtreaktion, vilket även senare utredningar bekräftat (Paavilainen 1980, Merisaari 1981, Silfverberg & Huikari 1985).

I slutet av 1970- och början av 1980-talet utlades ca 160 askgödslingsförsök på torvmark i Finland. Bland målsättningarna ingick behovet att finna lämpliga givor och göra jämförelser med andra skogsgödselmedel. Flera undersökningar (Saarela 1985, Haveraaen 1986, Kaunisto 1987, Silfverberg & Issakainen 1987) har visat att verkningarna på somliga punkter skiljer sig från konventionella gödselmedel. Askgödsling har i regel haft längre verkningstid än handelsgödsel. I motsats till effekten av konventionella gödselmedel medför överdosering av aska sällan skador på träden (Reinikainen 1980, Kolari 1991).

Förutom aska och PK-gödsel för torvmarker (Kemira Oy) prövades också olika gödselblandningar och markförbättringsmedel, såsom apatit och biotit. Effekter av askimiterande gödselblandningar har presenterats av Malmström (1952) och Braekke (1977). Gödsling med apatit och biotit på dränerad torvmark har tillsvidare prövats endast i liten skala (Lindholm & Vasander 1988, Finér 1989, Kaunisto 1990).

Målsättningarna för detta arbete är att 1) redovisa skillnaderna i tillväxt mellan olika gödslingar, 2) jämföra initialutveckling och uthållighet för tillväxten samt, 3) utreda orsakerna till observerade skillnader.

MATERIAL

Försöksfälten

Materialet kommer från fyra försöksfält; Muhos, Itkusuo 34d1; Lestijärvi, Niskan-
korpi 1/79; Keminmaa, Akkunusjoki och Kronoby, Fiskarholm 3/79. Läge och övriga uppgifter om fälten finns i Tabell 1. Försöksfälten var rätt homogena i flera

Tabell 1. Försöksfälten vid gödslingstidpunkten.

Table 1. Experimental fields at the time of fertilization.

	Muhos Itkusuo	Lestijärvi Niskankorpi	Keminmaa Akkunusjoki	Kronoby Fiskarholm
Läge – Position N	64°52′	63°34′	65°49′	63°39′
E	26°04′	24°42′	24°51′	23°09′
Ståndort – Site 1)	TR-SsRoj	TR-PsRoj	SsR-RhRoj	TR-PsRoj-mu
Torvdjup, m – Peat, m	0,6	1,5+	1,0+	1,0+
Beståndshöjd, m – Height of stand, m	<1–3	2–7	2–4	4–12
Stamantal/ha – Stems/ha	3000	3000	1800	1700
Dikningsår – Drainage	1932, 1971	1977	1977	1930–, 1977
Tegbredd, m – Strip width, m	(120) 20	30	40	25
Gödsling – Fertilization	VI.1972	VI.1979	VI.1978	V.1979

1) Motsvarar närmast – According to Heikurainen (1973): TR = Tuvdunrik tallmyr – Cottongrass pine bog; PsR = Klotstarr-tallmyr – Carex globularis pine swamp; SsR = Egentlig starr-tallmyr – Tall-sedge pine swamp; RhR = Örtrik starr-tallmyr – Herbrich sedge birch-pine swamp. oj = nydikning – recently drained peatland; mu = förändring – transitional peatland.

avseenden. Växtplatserna kan karakteriseras som tämligen näringsfattiga (jfr Heikurainen 1973). Trädskiktet dominerades på samtliga fält av naturligt uppkommen tall, vars utveckling genomgående varit störningsfri. Torvdjupet var cirka en meter. Dikning hade skett 1–2 år före gödsling. Dikesavståndet varierade mellan 20 och 40 meter. Provytornas areal var 0,04–0,17 ha och antalet replikationer 3, utom 2 i Keminmaa. Antalet undersökta provytor var försöksvis: 12, 8, 18 och 12 (Tabell 2).

Använda gödselmedel och deras sammansättning presenteras i Tabellerna 2 och 3. Varje fält gödslades med vedaska av olika ursprung eller parti, varför kvaliteten på askan växlade avsevärt. Vattenhalten varierade stort (10–65%) och även näringshalterna uppvisade stor variation (Tabell 3). I Muhos ingick den askimiterande blandningen Imit som ett försöksled. Apatit och biotit från Kemira Oy:s anläggningar i Siilinjärvi prövades i Kronoby.

Insamling och behandling av material

Torvprover (0–20 cm) för bestämning av totalkvävehalten togs på referensytorna i oktober 1986. Stratifierade (0–10, 10–20 cm) prover sommaren 1988 togs endast i Muhos och Lestijärvi Delproverna (n=5) togs på provytans diagonaler och i mitten av ytan. Samma element analyserades som på barrproverna och därtill pH (H₂O 1:2,5) (Halonen et al. 1983)

Barrprover togs i mars 1983 (Lestijärvi), mars 1984 (Muhos, Kronoby) och i december 1984 (Keminmaa) enligt vedertagen praxis (Veijalainen 1980) från syd-exponerade grenar på 6–10 tallar. Barren torkades ett dygn i 105°C. På Skogsforskningsinstitutets laboratorium i Muhos bestämdes följande totalhalter på torrvikten; N, P, K, Ca, Mg, Mn och B (Halonen et al. 1983).

Inventeringen av tillväxten gjordes i december 1984 (Keminmaa), mars 1986

Tabell 2. Applicerade gödselmedel (kg/ha) och antalet (n) provytor på försöksfälten. Närmare konsistens, se tabell 3.

Table 2. Fertilizers applied (kg/ha) and the number (n) of sample plots in the experimental fields. For details in composition, see Table 3.

Lokal Locality	Aska ¹⁾ Ash	PK PK	Övriga Others
Muhos n = 12	– – – 5600	– – 600	– – 600 ²⁾ 2275 ³⁾
Lestijärvi n = 18	– – 1000 5000 10000 20000	– – 500	– – – – – –
Keminmaa n = 8	– 1000 5000 10000	– – – –	– – – –
Kronoby n = 12	– – – 6000	– – 500	– – 1760 ⁴⁾ –

1) Muhos = björkaska från universitetssjukhuset i Uleåborg – birch ash from the university hospital in Oulu; Keminmaa = släckt barkaska från Kemi Oy i Kemi – extinguished bark ash from Kemi Oy in Kemi; Lestijärvi, Kronoby = släckt barkaska från Oulu Oy i Uleåborg – extinguished bark ash from Oulu Oy in Oulu.

2) kaliumklorid – potassium chloride (KCl).

3) Imit = thomasslagg – basic slag 1000, kaliumbikarbonat – potassium bicarbonate 800, magnesiumsulfat – magnesium sulphate 400, spårämnesblandning – micronutrient mixture 75 kg (Kemira Ltd.)

4) apatit 200 + biotit 1 560 kg från Siilinjärvi – apatite 200 + biotite 1 560 kg from Siilinjärvi.

(Lestijärvi) och september–oktober 1986 (Muhos, Kronoby). Inventeringen omfattade 20–30 systematiskt utvalda tallar per

Tabell 3. Egenskaper i applicerade gödselmedel. Näringshalterna uträknade på torrsubstans. Uppgift saknas = .., M = Muhos, L = Lestijärvi, Ke = Keminmaa, Kr = Kronoby.

Table 3. Characteristics of fertilizers applied. Nutrient concentrations in dry weight are reported. No data = ..

	PK		Aska – Ash			Imit	Apatit – Apatite	Biotit – Biotite
	M	L&Kr	M	Ke	L&Kr			
H ₂ O (%)	0	0	10	15	65	0	0	8
P kg/t	105	87	12	1	4	29	120	8
K kg/t	124	166	64	25	11	139	1	54
Ca kg/t	235	177	..	175	88	158	348	70
Mg kg/t	3	1	..	17	..	42	12	65
Mn kg/t	–	–	..	10	..	11	1	1
B g/t	–	2000	..	100	76	825	1	9

provyta. Träden, som ingick i huvudbeståndet, valdes utgående från 2 eller 3 linjer som löpte tvärsöver tegen genom provytan (jfr Moilanen & Issakainen 1990). Vid mätningen noterades totalhöjden, brösthöjdsdiametern ($d_{1,3}$) och den årliga höjdtillväxten retroaktivt till 2–3 år före gödningen. I Kronoby gjordes revideringen på radialtillväxten, eftersom beståndet där hade grövre dimensioner än på de övriga försöken. Borrkärnorna mättes med 0,01 mm noggrannhet med hjälp av ett Addo Metric 85 mikroskop.

Alla försöksled med kvävetillförsel och dessutom några med aska utelämnades vid behandlingen av materialet. Allt som allt ingick 1101 (Muhos 232, Lestijärvi 452, Keminmaa 192 och Kronoby 225) träd i behandlingen av materialet. Tillväxten mellan de olika gödslingsbehandlingarna testades med kovariansanalys (BMDP 2V). Som kovariat användes tillväxten före gödningen. Sambandet mellan gödslings-tidpunktens trädhöjd och den efterföljande tillväxten undersöktes med regressionsanalys (BMDP 6D). Resultaten av barranalyserna jämfördes med variansanalys (BMDP 1V) och t-test.

RESULTAT

Mark- och barranalyser

Torven på försöksfälten fyllde ett viktigt kriterium för framgångsrik fosfor- och kaliumgödning genom att vara relativt kväverik. N-halterna i skiktet 0–20 cm låg mellan 2,39 (Muhos) och 1,74% (Kronoby). Markanalyserna sommaren 1988 i Muhos och Lestijärvi avslöjade höjda halter av fosfor, kalcium, magnesium och mangan i yttorven (0–10 cm) på de gödslade parcellerna (Tabell 4). Kaliumhalterna i Muhos hade gått upp även i skiktet 10–20 cm.

Barranalyserna visade att försöksfältet i Muhos sannolikt lidit av näringsbrist. På referensytorna underskreds bristgränserna för fosfor och kalium. På samtliga gödslade parceller låg P- och K-halterna signifikant högre (Tabell 5). De borinnehållande försöksleden Imit och Aska upprätthöll borhaltererna på nästan optimal nivå, medan det borfria försöksledet PK+K resulterade i signifikant lägre borhalter. Hundrabarrsvikten och kvävehalterna var högst på askparcellerna, medan Mn- och Mg-talen uppvisade sänkta värden på dem.

Tabell 4. Askgödslingens verkan på torvens näringsstatus i Muhos och Lestijärvi 1988. N=1.

Table 4. Effects of ash fertilization on the nutrient status in peat. Muhos and Lestijärvi in 1988. N = 1.

	Cm	MUHOS				LESTIJÄRVI		
		Referens Control	PK+K	Imit	Aska Ash	Referens Control	PK	Aska Ash
pH	0-10	4,27	4,31	4,57	3,93	3,58	3,83	4,28
	10-20	4,10	4,21	4,30	3,90	3,93	3,99	3,98
N %	0-10	2,45	2,38	2,33	2,51	1,45	1,67	1,40
	10-20	2,35	2,39	2,35	2,67	1,88	1,96	1,90
P mg/g	0-10	1,29	1,60	1,51	1,45	0,83	1,10	1,02
	10-20	0,90	1,13	0,93	1,27	0,66	0,66	0,70
K mg/g	0-10	0,38	0,68	0,64	0,51	0,62	0,58	0,98
	10-20	0,90	1,13	0,93	1,27	0,66	0,66	0,70
Ca mg/g	0-10	1,11	1,59	1,72	3,14	1,70	1,79	6,09
	10-20	1,42	1,17	1,35	1,14	0,94	0,81	1,25
Mg mg/g	0-10	0,19	0,25	0,47	0,62	0,45	0,32	0,74
	10-20	0,15	0,10	0,27	0,21	0,12	0,11	0,23
Mn ppm	0-10	7	14	41	100	36	24	297
	10-20	6	5	6	6	6	5	6
B ppm	0-10	2,1	2,9	1,9	3,1	2,3	1,9	4,2
	10-20	1,5	1,9	1,4	2,5	1,7	1,1	2,2

I Lestijärvi var näringsläget på referensytorna gott, trots knapphet på fosfor i relation till kväve och kalium. Efter applicering (PK) av 44 kg P/ha försvann fosforbristen. Också 100-barrsvikten och borhalterna i barren ökade efter gödsling. De flesta signifikanta förändringarna var en konsekvens av PK-gödslingen (Tabell 5).

I Keminmaa och Kronoby påverkade tillförda gödselmedel (barkaska, PK, Ap+Bi) föga barrenes näringshalter (Tabell 5). I Keminmaa låg näringshalterna, med undantag för kväve, på en tillfredsställande nivå. Askgödslingen (1, 5 och 10 ton/ha) medförde inga signifikanta förändringar. I Kronoby uppvisade referensytornas barr genomgående relativt höga värden för N, P och K. Gödslingarna (PK, Aska, Ap+Bi) orsakade ej signifikanta skillnader mellan försöksleden.

Tillväxten

I Muhos var höjdtillväxten före dikning och gödsling ungefär 10 cm/år. Samtliga gödslingar (1972) resulterade i en signifikant och ihållande mertillväxt (Figur 1). De årliga tillväxtsiffrorna 1972-1986 var för referensytorna 15,0, PK+K 26,6, Aska 31,2 och Imit 32,5 cm. Ökningen var till en början störst för Imit, där tillväxten låg ungefär dubbelt högre än på referensytorna. Speciellt de första åren var tillväxtreaktionen kraftig också för PK+K. Skillnaden mellan PK+K och referensytorna var signifikant 1974-1977 och åter fr.o.m. 1981.

Tillväxten på de askgödslade parcellerna var i början relativt långsam. Från och med 1974 var tillväxten på Aska signifikant större än på referensytorna. Först 5-6 år efter gödslingen uppnåddes samma till-

Tabell 5. Näringshalter och 100-barrsvikt, jfr tabell 2. Ap = apatit, Bi = biotit. Värden som avviker signifikant ($p < 0,05$) från referensytorna är understreckade.

Table 5. Foliar nutrient contents and weight of 100 needles, cf. Table 2. Ap = apatite, Bi = biotite. Values differing significantly ($p < 0.05$) from control are underlined.

Kg/ha		Referens Control	PK+K 1200	Imit 2275	Aska – Ash 5600		F-värde F-value
M	Vikt – Weight, g	2,06	2,09	1,83	2,45		0,56
U	N mg/g	11,9	12,0	11,6	13,3		2,18
H	P mg/g	1,09	<u>1,51</u>	<u>1,63</u>	<u>1,53</u>		13,53**
O	K mg/g	2,87	<u>4,31</u>	<u>4,57</u>	<u>4,68</u>		8,11**
S	Ca mg/g	2,57	2,94	2,76	2,41		1,01
	Mg mg/g	1,40	<u>1,13</u>	1,26	<u>1,14</u>		6,11*
	Mn ppm	297	264	288	201		0,57
	B ppm	14,9	<u>6,6</u>	14,4	15,9		5,55*

Kg/ha		Referens Control	PK 500	1000	Aska – Ash 5000 10000 20000			F-värde F-value
L	Vikt – Weight, g	1,58	2,00	1,53	1,45	1,81	1,92	2,59
S	N mg/g	13,3	12,9	13,4	12,4	12,2	12,7	0,58
T	P mg/g	1,50	2,18	1,43	1,24	1,38	1,42	3,05
I	K mg/g	4,61	<u>6,57</u>	4,99	4,43	4,85	5,14	6,09***
J	Ca mg/g	1,81	1,93	1,96	2,03	2,07	2,04	0,98
Ä	Mg mg/g	1,22	<u>1,00</u>	1,22	1,29	1,27	1,13	6,05***
R	Mn ppm	311	<u>225</u>	356	317	305	<u>214</u>	4,41*
V	B ppm	23,2	<u>39,9</u>	25,6	26,9	<u>35,7</u>	<u>32,4</u>	5,59***

Kg/ha		Referens Control	1000	Aska – Ash 5000 10 000		F-värde F-value
K	Vikt – Weight, g	2,48	2,27	2,14	2,24	0,46
E	N mg/g	12,0	12,5	12,4	12,4	0,11
M	P mg/g	1,62	1,71	1,51	1,61	1,48
I	K mg/g	4,69	4,63	4,67	4,98	0,30
N	Ca mg/g	2,51	2,40	2,42	2,54	0,18
M	Mg mg/g	1,45	1,37	1,50	1,44	0,50
A	Mn ppm	168	188	140	119	3,38
A	B ppm	16,0	18,7	19,5	16,5	2,23

Kg/ha		Referens Control	PK 500	Ap+Bi 1760	Aska – Ash 6000	F-värde F-value
K	Vikt – Weight, g	2,64	2,80	2,38	2,50	0,53
R	N mg/g	14,3	14,6	13,1	13,8	2,49
O	P mg/g	1,59	1,73	1,57	1,70	0,51
N	K mg/g	4,53	4,97	5,00	5,25	0,79
O	Ca mg/g	2,71	2,54	2,39	2,56	0,34
B	Mg mg/g	1,44	<u>1,16</u>	<u>1,26</u>	<u>1,30</u>	8,50***
Y	Mn ppm	585	419	385	<u>336</u>	2,52
	B ppm	20,1	<u>29,1</u>	<u>14,3</u>	<u>26,6</u>	21,88****

växt som på behandlingarna PK+K och Imit. Som störst överskred den årliga tillväxten klart 40 cm (Figur 1). Tillväxten i det unga beståndet var kraftigast i de större träden på alla fyra behandlingarna (Figur 2). Förhållandet mellan gödslings-tidpunktens totalhöjd och efterföljande höjdtillväxt var således tämligen oberoende av behandling.

I Lestijärvi var den årliga tillväxten 1979–1985 störst (25,1 cm/år) på försöksledet PK (500 kg/ha; Figur 1). Barkaska 20 ton hade också tydlig verkan (21,2 cm/år), trots att askgivan p.g.a. den höga vattenhalten (Tabell 3) torde ha innehållit endast 25–30 kg fosfor mot 44 kg i PK. Den årliga tillväxten på askprovytorna visade ökande trend och uppnådde PK i slutet av undersökningsperioden. Skillnaden gentemot referensytorna (\bar{x} 16,2 cm/år) var signifikant fr.o.m. 1982. Som störst var den årliga tillväxten 35 cm, medan referensytorna stannade på drygt 20 cm/år. Askgivorna 1, 5 och 10 t/ha påverkade inte tillväxten. Tillväxten efter gödslings korrelerade svagt med trädhöjden vid gödslings-tidpunkten. Sambandet mellan beståndshöjd och tillväxt var likartad för behandlingarna Referens, PK och Aska₂₀ (Figur 2).

I Keminmaa gav askgödslingen (1, 5 och 10 t/ha) föga utslag i höjdtillväxten, sannolikt p.g.a. barkaskans låga (1,2 kg/ton ts) fosforinnehåll. Tillväxten låg på samma nivå som i referensytorna (Figur 1). I slutet av undersökningsperioden var tillväxten bäst på parcellerna med askgivan 10 t/ha, men skillnaderna var fortfarande insignifikanta.

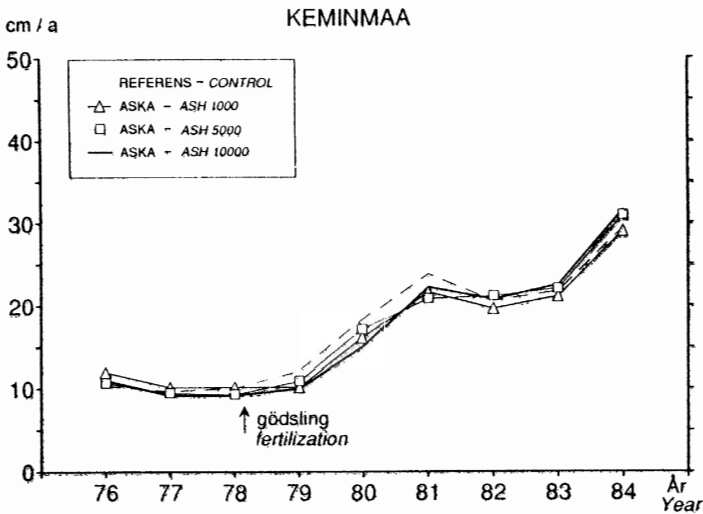
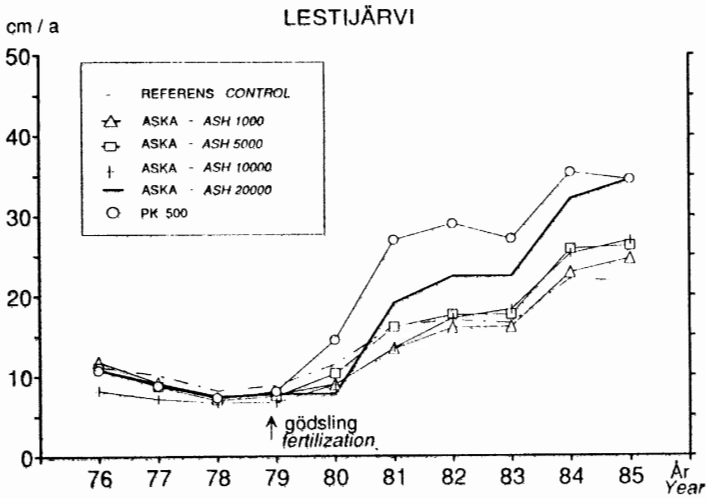
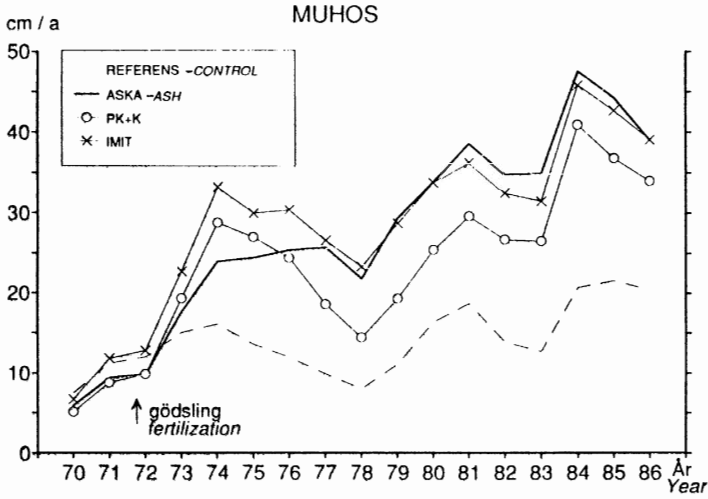
Radialtillväxten i Kronoby reagerade svagt på gödslings. Endast PK-parcellerna uppvisade en signifikant, men kortvarig (1983, 1984) tillväxtökning. Parcellerna med aska och apatit+biotit växte något sämre än referensytorna (Figur 3).

DISKUSSION

De undersökta fyra försöksfälten utvaldes främst p.g.a. att de är de äldsta försök av det slag som kunde ge svar på de aktuella frågeställningarna. Biologiskt samt speciellt i fråga om beståndsvård och dikning är försöken rätt homogena (Tabell 1). En svaghet i materialet är att försöksleden oftast är begränsade till 1–2 försöksfält, vilket försvårar en allmänare utvärdering. Tillväxten i Muhos 1972–1983 och 1984–1986 mättes i 2 repriser och på skilda träd. Detta inrymmer en potentiell felkälla, trots att träden vid vardera mätningen valdes efter samma kriterier. Antalet träd per behandling, 40–90 i de olika försöken, var inte stort, men följer rådande praxis (exv. Moilanen & Issakainen 1990).

De undersökta behandlingarna representerade fyra typer av gödselmedel; träaska, PK och sammansättningarna Imit och apatit+biotit. Askorna var av olika ursprung och varierade därför avsevärt. Den släckta barkaskan från Kemi Oy och speciellt Oulu Oy var näringsfattig. Analyser på 5 partier från Oulu Oy visade att P varierade mellan 1 och 8 kg/ton torr aska. Den applicerade barkaskan innehöll uppskattningsvis 55–70% vatten. Ett bruttoton (H₂O inräknat) aska innehöll i medeltal endast drygt 1 kg fosfor (jfr Silfverberg & Issakainen 1987). Askgivornas exakta näringsinnehåll i Lestijärvi och Kronoby är svår att ange med säkerhet. Också PK-gödseln uppvisade variation; i Muhos 1972 gavs den i pulverform, senare som granulerad, varvid också näringshalterna skiftade (Tabell 3, Paavilainen 1979).

Försöket i Muhos utlades som ett ekvivalensförsök där man eftersträvade lika fosfor- och kaliumkvantiteter i försöksleden. P uppgick till 60–65 och K till 316–373 kg/ha (Tabellerna 2 och 3). Den askimiterande blandningen Imit, som bestod



Figur 1. Höjdtillväxten i Muhos, Lestijärvi och Keminmaa.

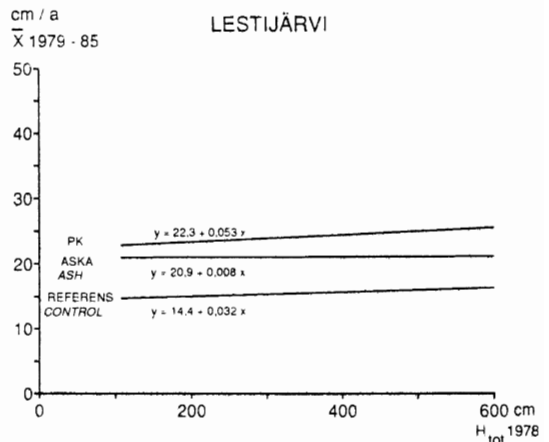
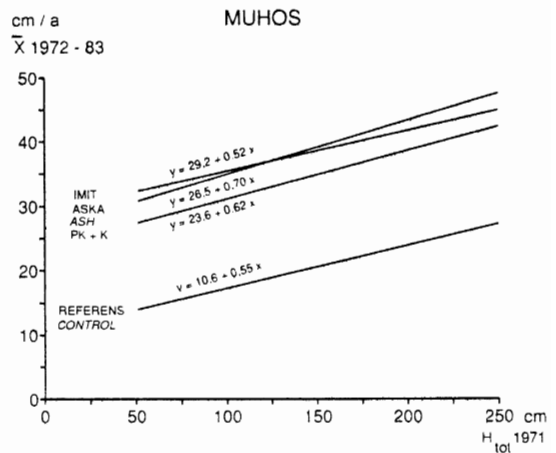
Fig. 1. Height growth in Muhos, Lestijärvi and Keminmaa.

av thomasslagg, kaliumbikarbonat, magnesiumsulfat och en spårämnesblandning (Tabell 2) komponerades enkom för detta försök. Behandlingen apatit+biotit i Kronoby innehöll ca 37 kg fosfor och 78 kg kalium och var avsedd som ett långsamt verkande PK-gödselmedel (jfr Kaunisto 1990).

Förändringarna i växttäckten efter göd-sling var obetydliga (jfr Malmström 1935). I Muhos förekom *Epilobium angustifolium* spridd på askparcellerna, men för övrigt var effekten på vegetationen svår att upp-täcka visuellt.

Barranalyserna (Tabell 5) visar att kvävebrist i någon mån kunnat hämma tillväxten i Muhos. Tillväxtnätningar på NPK-parcellerna (Pietiläinen & Tervonen 1980) uppvisade också något större tillväxt än försöksleden med PK-göd-sling. Bristen på fosfor och kalium var däremot uppenbar i Muhos och kunde avhjälpas med samtliga P- och K-innehållande gödselmedel (Ta-bell 5). De borinnehållande försöksleden Imit och Aska förhindrade en sänkning av B-halterna (jfr Paarlahti et al. 1971). Också rönen från Lestijärvi visar att träaska är en god borkälla. Tillförseln av fosfor (Aska 20 t = 25–30 kg P/ha) i Lestijärvi gav däremot inte signifikant utslag i barrana-lysen (Tabell 5).

Tillväxten efter göd-sling i Muhos är långt överensstämmande med barranaly-serna. Den signifikanta uppgången i bar-rens P- och K-halter kongruerar väl med en markant mertillväxt. Den årliga tillväxt-en i Muhos efter göd-sling varierade 15,0–32,5 cm. Höjdtillväxten i relation till refe-rensytorna fördubblades, vilket är mer än Moilanen & Issakainen (1990) uppgett för PK-göd-sling på motsvarande, men något kvävefattigare växtplatser. Behandlingen Imit ökade tillväxten något mer än träas-kan, som med undantag av de 3–4 första åren klart distanserade PK 500 kg/ha. Senare volymuppskattningar, som också inkluderar den sannolika ökningen av stamantalet (jfr Eneroth 1931, Malmström

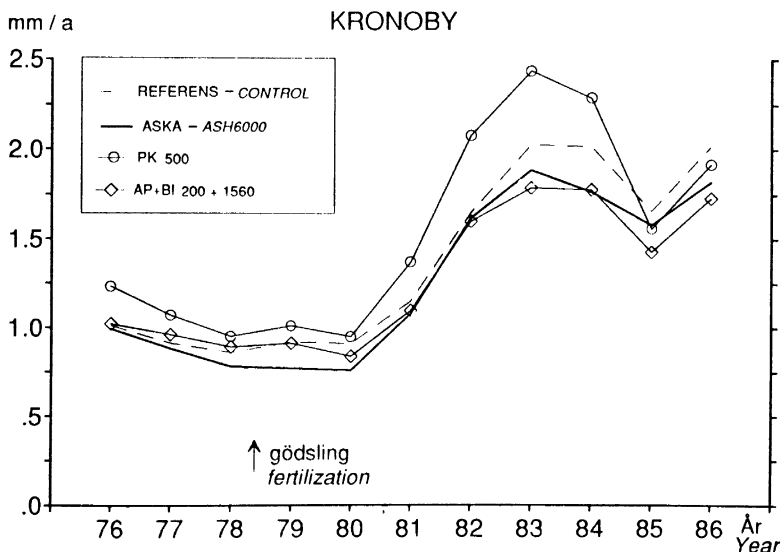


Figur 2. Höjdtillväxten på de olika behandlingarna i relation till trädhöjden vid göd-slingstid-punkten. Korrelationskoefficienterna (R) för Mu-hos: Referens .525, PK+K .431, Imit .356, Aska .493; Lestijärvi: Referens .085, PK .143, Aska .020.

Fig. 2. Postfertilization height growth vs. initial tree height in different treatments. Correlation coefficients, see Swedish text above.

1952, Lukkala 1955, Rikala & Jozefek 1990), torde accentuera skillnaden gentemot PK-gödsel (jfr dock Moilanen & Issakainen 1984).

De släckta barkaskorna i Lestijärvi, Keminmaa och Kronoby var alltför när-



Figur 3. Radialtillväxten i Kronoby.

Fig. 3. Radial growth in Kronoby.

ingsfattiga för att ge utslag som små givor (jfr Silfverberg & Issakainen 1987). Både i Lestijärvi och Keminmaa var tillväxten bäst med den högsta askgivan, men endast i Lestijärvi (20 t/ha) uppnåddes tydlig verkan. Effekten var betydligt svagare än på den kväverikare växtplatsen i Muhos där också mängden P var större (≥ 60 kg/ha). Anmärkningsvärt är att samma slags barkaska på ett remarkabelt sätt förbättrat vitalitet och tillväxt i en tallplantering på nedlagd åkermark (Veijalainen 1983, Ferm o.a. 1991).

Tallbeståndet i Kronoby reagerade positivt på dikning och PK-gödsling (jfr Teronen & Issakainen 1980). Mertillväxten uteblev på behandlingarna Aska (barkaska 6 000 kg/ha) och Ap+Bi. Orsaken kan sökas dels i växtplatsens goda näringsläge, dels i askans låga näringsinnehåll och svår-lösligheten hos fosfor i apatit. Askans kvalitet och beståndets näringsstillstånd bör beaktas noggrant vid planering av askgödsling (Kaunisto 1987, Silfverberg & Issakainen 1987).

Träaskans långsamma initialverkan på tillväxten kan delvis förklaras med fosfors svår-löslighet i askan (exv. Haveraaen 1986), delvis av den successivt förbättrade tillgången på kväve. Att tillväxten ökar

med askgivan beror sannolikt på den tilltagande mineraliseringen i torven. Kvävemobiliseringens intensitet hänger troligen samman både med askgivans storlek och den tid som förflutit efter appliceringen. Den efterhand kraftigare kvävemobiliseringen balanseras upp av den goda fosfor- och kaliumtillgången, vilket kan förklara den både uthålliga och störningsfria mertillväxten. Både i Muhos och Lestijärvi var tillväxten per applicerat kg fosfor betydligt högre på ask- än på PK-parcellerna. Korrelationen mellan gödslingstidpunktens trädhöjd och efterföljande tillväxt var överraskande lika på de olika försöksleden.

Askgödslingens lönsamhet på försöket i Muhos förefaller uppenbar. Angränsande till det nu undersökta försöket finns den 1946 askgödslade provytan 14c. Då provytan gödslades, med 3 ton träaska, uppgick initialbeståndet till 1 m³/ha (Paavilainen 1980). Totalproduktionen 1946–1980 var 127 m³ mot 33 på referensen (Pietiläinen & Teronen 1980, Silfverberg & Huikari 1985), vilket gör en mertillväxt på 94 m³/ha. Räknat efter rotpriset för tallmassaved, 100 mk/m³, är bruttovärdet på mertillväxten 9 400 mk. Summan motsvarar en årlig, kumulativ realränta på ca 7% under tiden 1946–1980, om gödslingskostnaden för-

siktigt antas ha varit 1 000 mk. I dagens prisläge kostar praktisk askgödsling 400–900 mk/ha då askmängden är 10 m³.

Den goda tillväxten på behandlingen Imit i Muhos aktualiserar den syntetiska askan. Dessvärre torde tanken förfalla på den dryga kvantiteten och det höga priset, trots att den askimiterande blandningen Imit i tillväxt t.o.m. något överträffade träaskan.

Denna undersökning visar att också relativt nordliga, men kväverika torvmarker lämpar sig för askgödsling. Ifråga om tillväxt var träaskan konkurrenskraftig med PK och den askimiterande blandningen. En del av askgödslingens effekt torde tillskrivas dess indirekta, kvävemobiliserande verkan. Vid bedömning av tillväxtreaktionen bör askans långsamma initial-effekt och långvariga verkningstid beaktas.

Vid anläggning av försök eller vid planering av praktisk askgödsling bör växtplats och askans kvalitet övervägas noggrant.

TACK

Av de undersökta försöksfälten ligger två på Forststyrelsens domäner medan två administreras av byrån för forskningsområdena vid Skogsforskningsinstitutet. Jorma Issakainen var med om att lägga ut försöken och övervakade också tillväxtmätningar och provtagning. Airi Piira assisterade vid behandlingen av materialet och Johanna Viemerö vid textbehandlingen. Manuskriptet kommenterades av professor Eero Paavilainen, fil.dr Harri Vasander, fil.dr Carl-Adam Hæggröm, agr. o. forst.dr Erkki Ahti och forstmästare Mikko Moilanen. Översättningen till engelska granskades av hum.kand. Tommi Salonen. Till vederbörande instanser och personer riktas ett varmt tack för friktionsfritt samarbete.

LITTERATUR

- Braekke, F.H. 1977: Micronutrients — prophylactic use and cure of forest growth disturbances. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116:159–169.
- Eneroth, O. 1931: Försök rörande hyggesaskans inverkan på barrträdsfröets groning och plantornas första utveckling. — *Commentationes Forestales* 5:1–67.
- Ferm, A., Hokkanen, T., Moilanen, M. & Issakainen, J. 1991: Pellolle perustetun mäntytaimikon ravinneongelmien torjuminen tuhalla. — Manuskript.
- Finér, L. 1989: Biomass and nutrient cycle in fertilized and unfertilized pine, mixed birch and pine and spruce stands on a drained mire. Seloste: Biomassa ja ravinteiden kierto ojitusalueen lannoitetussa ja lannoittamattomassa männikössä, koivu-mäntysekametsikössä ja kuusikossa. — *Acta Forestalia Fennica* 208: 1–63.
- Halonen, O., Tulkki, H. & Derome, J. 1983: Nutrient analysis methods. — *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 121:1–28.
- Haveraaen, O. 1986: Ash fertilizer and commercial fertilizers as nutrient sources for peatland. (Aske og handelsgjødsel som næringskilde for torvmark). — *Meddelelser fra Norsk institutt for Skogforskning* 39(14): 251–263.
- Heikinheimo, O. 1915: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. — *Acta Forestalia Fennica* 4:1–59.
- Heikurainen, L. 1973: Skogsdikning. — P.A. Norstedts & söners förlag. 444 s.
- Kaunisto, S. 1987: Effect of refertilization on the development and foliar nutrient contents of young Scots pine stands on drained mires of different nitrogen status. Seloste: Jatkolannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen ja neulasten ravinnepitoisuuksiin typpitaloudeltaan erilaisilla ojitetuilla soilla. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 140:1–58.
- Kaunisto, S. 1990: Apatiitti ja biotiitti suometsien lannoitteena. — *Metsä ja Puu* 10:42.
- Kolari, K. 1991: Ravinne- ja IAA-pitoisuuksien suhde männyn kasvuhäiriöön kahdella turve-maan lannoituskoalueella. — Helsingin yliopisto, Kasvitieteen laitos, Fysiologis-anatomisen kasvitieteen lisensiaatintutkimus. 69 s.
- Landers, H. 1987: Förnyelse. Ingår i: Skogsbrukets handbok: 65–96. — Ekenäs 1987. 419 s.
- Lindholm, T. & Vasander, H. 1988: Effect of readily and slowly soluble PK and NPK fertilizers on the growth of Scots pine on a

- drained raised bog in southern Finland. — Proc. 8th Int. Peat Congress, USSR Leningrad August 14–21, 1988. 3:144–152.
- Lukkala, O. 1951: Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitusalueelta. (Summary: Experiences from Jaakkoinsoo experimental drainage area). — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(6): 1–53.
- Lukkala, O. 1955: Maanparannusaineet ja väk-lannoitteet metsäojituksen tukena. Summary: Soil improving substances and fertilizers as an aid to forest drainage. — *Metsätal. Aikak. lehti* 8:273–276.
- Malmström, C. 1935: Om näringsförhållanden betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. — *Meddelanden från Statens skogs-försöksanstalt* 28:571–650.
- Malmström, C. 1952: Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(17): 1–27.
- Merisaari, H. 1981: Tuhkalannoituksen kesto eräillä vanhoilla kokeilla. — *Metsäntutkimus-laitoksen tiedonantoja* 13. 69 s.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1984: Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. — *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 133:1–17.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1990: Suometsien PK-lannos ja typpilannoitelajit karuhkojen ojitettujen rämeiden lannoituksessa. Summary: PK-fertilizer and different types of N fertilizer in the fertilization of infertile drained pine bogs. — *Folia Forestalia* 754:1–20.
- Obernberger, I. 1990: Verwendungsmöglichkeiten von Aschen aus Hackgut- und Rindenfeuerungen. — *Diplomarbeit, Graz*. 164 s.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. & Veijalainen, H. 1971: Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. *Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisessä*. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 74(5): 1–58.
- Paavilainen, E. 1979: Metsänlannoitusopas. — *Kirjayhtymä, Helsinki*. 112 s.
- Paavilainen, E. 1980: Tuloksia vanhoista tuhkalannoituskokeista. — *Muhoksen tutkimusase-man tiedonantoja* 20:20–23.
- Pietiläinen, P. & Tervonen, M. (eds) 1980: Tuhka metsänlannoitteena. — *Muhoksen tutkimus-ase-man tiedonantoja* 20. 44 s.
- Reinikainen, A. 1980: Tuhkalannoituksen ekologiaa. — *Muhoksen tutkimusase-man tiedon-antoja* 20:20–23.
- Rikala, R. & Jozefek, H.J. 1990: Effect of dolomite lime and wood ash on peat substrate and development of tree seedlings. Tiivistelmä: Dolomiittikalkin ja puun tuhkan vaikutus kasvuturpeeseen ja taimien kehittymiseen. — *Silva Fennica* 24(4): 323–324.
- Saarela, I. 1985: Tuhka kalkitus- ja lannoitusai-neena. — *Käytännön Maamies* 6:22–24.
- Silfverberg, K. & Huikari, O. 1985: Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turvemaidella. Summary: Wood-ash fertilization on drained peatlands. — *Folia Forestalia* 633:1–25.
- Silfverberg, K. & Issakainen, J. 1987: Tuhkan määrän ja laadun vaikutus neulasten ravinne-pitoisuuksiin ja painoon rämemännikoissä. Abstract: Nutrient contents and weight of Scots pine needles in ash-fertilized peatland stands. — *Metsäntutkimuslaitoksen tiedon-antoja* 271:1–25.
- Tervonen, M. & Issakainen, J. 1980: Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus männyn säde-kasvun elpymiseen ohutturpeisella piensara-rämeellä. Summary: Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots pine on shallow-peated small sedge bog. — *Folia Forestalia* 444:1–14.
- Thurmann-Moe, P. 1956: Eldre og nyere skogskultur- och gödslingsförsök på Åsmyra. — *Norsk Skogbruk* 8–9: 309–316.
- Uggla, E. 1957: Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vege-tation och humus. — *Norrlands Skogsvårds-förbunds Tidskrift* 1957: 443–500.
- Veijalainen, H. 1980: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoituksessa. Summary: Usability of some microfertilizers in peatland forests. Report basing on needle analysis. — *Folia Forestalia* 443:1–15.
- Veijalainen, H. 1983: Preliminary results of micro-nutrient fertilization experiments in disor-dered Scots pine stands. — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 116:153–159.
- Yli-Vakkuri, P. 1958: Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Referat: Unter-suchungen über das Absengen als waldbau-liche Massnahme auf entwässerten Torfböden. — *Acta Forestalia Fennica* 67:1–33.