

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 51
MAANTUTKIMUSOSASTO



Michael Starr, Teuvo Levula ja Risto Heikkilä

MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ALKU-
KEHITYS MUOKKAUS- JA LANNOITUS-
KOKEILLA



HELSINKI 1982

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 51

Maantutkimusosasto

Michael Starr, Teuvo Levula ja Risto Heikkilä

MÄNNYN JA KUUSEN TAIMIEN ALKUKEHITYS MUOKKAUS-
JA LANNOITUSKOKEILLA

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	KOEJÄRJESTELY JA MITTAUKSET	4
3	MUOKKAUKSEN VAIKUTUS MAAVEDEN RAVINNEPITOISUUKSIIN	5
4	TAIMIEN PITUUSKASVU JA KUOLLEISUUS	6
5	TULOSTEN TARKASTELUA	7
	KIRJALLISUUSLUETTELO	10

Helsinki 1982

ISSN 0358-4283

Helsinki 1982

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Metsämaan muokkaus yleistyi Suomessa 1960-luvun lopulla, jolloin metsänhoidollinen kulutus loppui lähes tyystin ja painopiste metsänviljelyssä siirtyi kylvöstä istutukseen. Puun taimien istuttaminen käsittelemättömään metsämaahan on sangen työlästä. Istutustyötä voitiin huomattavasti helpottaa rikkomalla maan pintaa erilaisilla laikkureilla tai lautasauroilla. Näitä voimaperäisemmällä muokkauksella pyrittiin parantamaan myös maan ominaisuuksia puuntaimien kannalta ja vähentämään pintakasvillisuuden kilpailua. Toisaalta voimakas muokkaus rumentaa maisemaa ja haittaa liikkumista metsässä. Monet muokkaukset ovat osoittaneet taimien kasvun lisääntyneen ja elossapysymisen parantuneen muokkauksen tehostuessa (esim. Mälkönen 1976, Mutka ja Lähde 1977, Pohtila 1977, Levula ja Heikkilä 1979, 1981).

Muokkaukset antavat tulokset koskevat poikkeuksetta taimikon alkukehitystä. Pitemmän ajan kuluttua vasta nähdään, miten pitkään muokkauksen vaikutus ilmenee puiden kasvussa. Muokkauksen seurauksena orgaanisen aineen hajoaminen nopeutuu (Voss-Lagerlund 1976) ja käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet maassa kasvavat. Puut tarvitsevat ravinteita eniten kuitenkin vasta siinä ikävaiheessa, jossa puuton kuutiokasvu on voimakainta (Mälkönen 1978). Tämä ajankohta on yleensä 30-50-vuoden kuluttua istutuksesta.

Maanmuokkaukseen liittyvien tekijöiden selvittämiseksi Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston, Metsähallituksen ja Kemira Oy:n yhteistyönä on vuodesta 1974 alkaen perustettu laajaa muokkaussarjaa. Maan eteläisempään osaan perustettiin kaksi koetta, jotka inventoitiin kahden kasvukauden kuluttua istutuksesta. Tässä tiedonannossa tarkastellaan em. kokeista saatuja esituloksia sekä maan ravinnetilanteen seuraamiseksi tehtyjä määrityksiä.

Esitämme parhaat kiitokset Metsähallituksen Parkanon hoitoalueelle ja Kymi Kymmene Oy:lle kokeiden perustamistöissä saamastamme avusta sekä Kemira Oy:lle kokeisiin saaduista lannoitteista.

Tässä työssä Teuvo Levula on vastannut kokeiden perustamistöistä sekä taimien inventoinnista, Michael Starr maaveden ravinnetilanteen tarkastelusta ja Risto Heikkilä taimituhojen selvittämisestä.

2. KOEJÄRJESTELY JA MITTAUKSET

Koealueet, jotka sijaitsevat Kurussa ja Karkkilassa (kuva 1), avohakattiin vuosina 1978 ja 1979. Kokeet muokattiin ja peruslannoitettiin vuonna 1979, ja istutettiin keväällä 1980. Kurun koealue on mustikkatyyppejä ja Karkkilan koealue käenkaali-mustikkatyyppejä.

Koejärjestelyinä käytettiin split-plot-menetelmää (esim. Jerrers 1960 s. 42-49). Pääkäsittelyinä on kolme muokkaustapaa: muokkaamaton, palleauraus ja täysmuokkaus hydraulisella lautasauralla siten, että maanpinta tuli kauttaltaan käsitellyksi ja alueelle muodostui kohoutumia. Alakäsittelynä on neljä lannoitustapaa: lannoittamaton, peruslannoitus, yksipuolinen typpilannoitus sekä perus- ja moniravinnelannoitus. Peruslannoituksena ennen muokkausta annettiin 3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia hehtaarille. Typpi- ja moniravinnelannoitus tehdään myöhemmin, joten ne eivät vielä vaikuta tämän inventoinnin tuloksiin. Koetoistojen määrä on tässä vaiheessa kahdeksan, mutta typpi- ja moniravinnelannoituksen jälkeen toistojen määräksi tulee neljä (kuva 2).

Kurun kokeessa käytettiin 1M+1A-männynntaimia, joiden siemenet oli kerätty Laakerimaan siemenviljelmiltä Kuorevedeltä. Varteet ovat peräisin Hämeenlinna-Savonlinna alueelta. Karkkilan kokeessa käytettiin 2M+2A-kuusentaimia, joiden siemenet oli kerätty Karkkilasta. Männynntaimet suojattiin taimitarhalla ennen nostoa ruiskuttamalla lindaanilla.

Kurun kokeen pinta-ala on 12 ja Karkkilan kokeen 7,7 ha. Istutettujen taimien määrä oli vastaavasti 36 000 ja 23 000 kpl koetta kohden eli 750 ja 480 kpl kullekin koealalle. Syksyllä 1981 suoritettussa inventoinnissa käytettiin Kurussa 25 %:n ja Karkkilassa 33 %:n suuruista systemaattista otantaa. Jokaisesta

otokseen tulleesta elävästä taimesta mitattiin pituus inventointihetkellä sekä yhtä ja kahta vuotta aikaisemmin. Taimista määrätettiin hallan, männynversoruosteen (Melampsora pinatorqua Rostr.), tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.), juurinihurin (Hylastes spp.) sekä myyrien (Microtidae) tekemät vauriot.

Tuhojen voimakkuusaste arvioitiin silmävaraisesti käyttäen neliaasteista luokitusta: 1) lievä, 2) kohtalaisen voimakas, 3) voimakas ja 4) tappava vaurio. Taimen runkoon kohdistuvassa tuhossa (tukkimiehentäi, myyrät) eri voimakkuusasteet merkitsivät sitä, että kuoripinnasta oli kaulaantunut 1) $\leq 25\%$, 2) $> 25\% \leq 50\%$, 3) $> 50\% < 100\%$ ja 4) kuori oli ympäri kaluttu.

Pituuskasvu laskettiin jakamalla koealan yhteenlaskettu pituuskasvu elävien taimien määrällä. Kuolleisuuden ja eri tuhojen prosentuaaliset osuudet laskettiin istutettujen taimien määrästä.

3. MUOKKAUKSEN VAIKUTUS MAAVEDEN RAVINNEPITOISUUKSIIN

Kasvit saavat ravinteita maassa olevan veden välityksellä, ravinteita huuhtoutuu veden mukana kasvien ulottumattomiin ja lisäksi maahan tulee ravinteita sadeveden mukana. Maaveden ravinnepitoisuuden määrittäminen on siten sopiva menetelmä arvioitaessa maanmuokkauksen vaikutusta ravinnesuhteisiin.

Maassa olevasta vedestä otettiin näytteitä (27.6.-30-9.1980 ja 9.6.-7.9.1981) alipaineella toimivilla lysimetreillä (Wagner 1962, Wood 1973, Hansen & Harris 1975), joiden suodatinosa oli huokoista lasia. Alipaineen vaikutuksesta vettä imeytyi suodatimeen, josta se johdettiin kapillaariputkea pitkin keräilypulloon maan pinnalle. Kullekin lannoittamattomalle koejäsenelle: muokkaamattomalle, auratulle ja täysmuokatulle koealalle oli asetettu kolme lysimetriä, joiden suodatinosa sijaitti 15-20 cm syvyydellä maanpinnasta edustaen siten juuristokerroksen alaosa.

Vesinäytteen minimikoko määrityksiä varten oli 100 ml. Jokaiseen näytteeseen lisättiin välittömästi kloroformia mikrobitoiminnan estämiseksi. Näytteet varastoitiin kylmähuoneeseen (+4°C) ja analysoitiin 1-2 vuorokauden kuluessa näytteenotosta. Vesi-

näytteistä tehtiin suoraan seuraavat määritykset: pH, johtoluku sekä epäorgaaninen typpi (vain v. 1980 näytteet), NH_4^+ -N (vain v. 1981 näytteet), PO_4^- -P, K ja Ca.

Koska eri muokkauksäsittelyiltä analysoituja maaveden ravinnepitoisuuksia voidaan verrata toisiinsa vain samanaikaisesti otetuista näytteistä, esitetään tulokset kaikille koejäsenille samoilta ajankohdilta (taulukko 1). Vaikka tulokset osoittavat, että auras johtaa keskimäärin korkeampiin ravinnepitoisuuksiin käsittelemättömään verrattuna, oli analyysituloksissa huomattava vaihtelua. Koska tulokset riippuvat näytteenottoajankohdasta, eivät erot vuosien 1980 ja 1981 tulosten välillä välttämättä osoita suuntaa maaveden ravinnepitoisuuksien kehittämisessä.

Maaveden laatu on yhteydessä maan kosteussuhteisiin, jotka vaihtelevat sekä paikallisesti että ajallisesti. Siten käsittelyjen välillä havaitut erot saattavat vain heijastaa laimentumiseroja maavedessä, mihin viittaa auratuilla koealoilla ajoittain koettu vaikeus riittävien näytteiden saannissa. Kun maksimaalinen alipaine, jota vesinäytteiden ottamisessa käytettiin, oli 0,3-0,4 ilmakehää, kaikki otetut vesinäytteet edustivat kasveille varsin helposti saatavissa olevaa vettä.

Orgaanisen aineen sekoittuminen kivennäismaahan ja siihen liittyvän maan kuohkeutumisen voidaan päätellä johtavan mineralisoinnin nopeutumiseen (Kauppila & Lähde 1975, Voss-Lagerlund 1976) ja mineralisoituneiden ravinteiden määrän lisääntymiseen maavedessä. Näin ollen maanmuokkaus lisää taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrää maassa. Ajan mittaan ravinnepitoisuuden nousu maavedessä saattaa johtaa huuhtoutumisen lisääntymiseen ja maan viljavuuden heikkenemiseen (Lundmark 1977).

4. TAIMIEN PITUUSKASVU JA KUOLLEISUUS

Männyn taimet kasvoivat istutusta seuranneena kesänä kaikilla käsittelyillä 5 cm (kuva 3). Seuraavana vuonna muokkaamattomaan maahan istutetut taimet kasvoivat 10 cm, auratulla 15 cm ja täysmuokatulla maalla 14 cm. Peruslannoitus lisäsi kasvua

1 cm:n. Ero on tilastollisesti kuitenkin vain suuntaa-antava. Kuusentaimet kasvoivat ensimmäisenä kesänä auratulla maalla 7 cm ja muilla käsittelyillä 6 cm (kuva 3). Toisena kesänä kasvu oli muokkaamattomilla 6 cm, täysmuokatuilla 8 cm ja auratuilla koealoilla 9 cm. Peruslannoitus ei lisännyt kuusen taimien kasvua.

Kahtena istutusta seuranneena kesänä olivat aurattuun maahan istutetut taimet pysyneet parhaiten elossa ja muokkaamattomien koealojen taimet heikoimmin molemmilla puulajeilla (kuva 4). Kurun kokeella yli puolet männyntaimien kuolleisuudesta johtui tunnistamattomista syistä. Ilmeisesti osa taimista oli kuivunut heti istutuksen jälkeen. Tukkimiehentäin tekemiä vaurioita, varsinkin voimakkaimpia esiintyi vähiten auratuilla aloilla (kuva 5). Männynversoruosteen aiheuttamia kasvaintuhoja tavattiin etenkin muokattujen alojen taimilla.

Karkkilan kokeella kuusentaimien kuolemista aiheutti ilmeisen yleisesti voimakas heinittyminen, minkä vaikutusta ei kuitenkaan voitu taimikohtaisesti määrittää. Tukkimiehentäin vioituksia tavattiin auratuilla aloilla vähiten, mutta ne olivat taimien suuresta koosta johtuen suhteellisen lieviä. Hallan vioittamia kasvaimia oli aurasalojen kuusissa vähiten.

Lannoituksella ei ollut vaikutusta tuhojen esiintymiseen. Koealoilla tavattiin lisäksi satunnaisina myyrien sekä juurinilurien vioituksia.

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa viljavuuden kaikkiin päätekijöihin: lämpötilaan, veteen ja ravinteisiin. Kangashumuskerros muodostaa suuren ravinnevaraston ja on tehokas lämmön eristäjä. Maata muokattaessa humuskerros rikkoutuu ja sekoittuu osittain kivennäismaahan. Tällöin vallitsevista olosuhteista ja käytettävästä muokkausmenetelmästä riippuen maan lämpötila kohoaa, maa kuivuu ja sen ilmavuus paranee sekä maan biologinen aktiviteetti kasvaa (Leikola 1974, Voss-Lagerlund 1976, Ritari ja Lähde 1978). Maan muokkauksella on saatu aikaan puuntaimien

kasvun lisäystä hyvin erilaisissa olosuhteissa: erittäin kylmässä ilmastossa (Levula ja Heikkilä 1979), veden vaivaamalla maalla (Pohtila 1977), kuivalla ja karulla lajittuneella maalla (Laiho 1976) sekä tuoreella ja lehtomaisella kankaalle tässä tutkimuksessa. Kylmissä olosuhteissa ilmeisesti pääasiassa maan lämpeneminen ja kuivuminen edistävät taimien kehitystä, kun taas karuilla kankailla korostuneen käyttökelpoisten ravinteiden määrän lisääntyminen. Viljavilla kasvupaikoilla, kuten esim. tämän tutkimuksen aineistossa pintakasvillisuuden kilpailun väheneminen voi olla merkittävä tekijä. Tähänastisten tulosten perusteella voidaan arvioida muokkausvaikutuksen jäävän pintakasvillisuuden torjunnan osalta suhteellisen lyhytaikaiseksi, mutta olosuhteissa, joissa lämpötilan kohoaminen ja maan kuivuminen ovat tärkeitä, muokkauksesta on pitkäaikaista hyötyä.

Aurauksen hallaa vähentävä vaikutus johtunee auraspalteen edullisista lämpöoloista (Leikola 1974). Maanmuokkauksen johdosta istutus siirtyy hakkuun jälkeiseen toiseen kesään, mikä vähentää tukkimiehentäin tuhoja kantojen tuoreuden heiketessä. Tuhot voivat kuitenkin vielä toisenakin hakkuun jälkeisenä kesänä olla suuria (Juutinen 1962). Tuhojen vähäisyys auratuilla koealoilla, missä kivennäismaan paljastuminen on runsainta, on todettu aikaisemmissakin kokeissa (Heikkilä 1975, Söderström 1976, Levula ja Heikkilä 1981). Koejärjestelyn perusteella ei kuitenkaan voida suoraan päätellä, että tukkikärsäkästuhot vähenisivät yhtä selvästi, jos koko viljelyala olisi aurattu. Tuhoja esiintyi männynntaimilla verraten runsaasti siihen nähden, että ne oli suojattu. Koska suojaus oli tehty ruiskuttamalla on mahdollista, ettei torjunta-ainetta ole joutunut riittävästi taimien tyvelle. Männynversoruosteen runsas esiintyminen muokatuilla aloilla voi johtua haavanvesojen suhteellisesta runsaudesta tai myös taudin ominaisuudesta iskeytyä erityisesti voimakkaimmin kasvaneisiin versoihin (Klingström 1969).

Tehokkaan maanmuokkauksen merkitys riippuu suuresti siitä, miten edullisia sen vaikutukset ovat pitkän ajan kuluessa. Metsikköä uudistettaessa ravinteita vapautuu lahoavista hakkuutähteistä ja avohakkuu edistää humukseen sitoutuneiden ravinteiden mineralisoitumista (Mälkönen 1982). Taimikon alkukehitysvaiheessa puus-

ton vähäisen ravinnetarpeen vuoksi ravinteita jossain määrin huuhtoutuu. Muokkaus voi lisätä huuhtoutumista entisestään ja siten heikentää kehittyvän metsikön ravinnetasetta varsinkin helposti vettä läpäisevillä karkeajakoisilla mailla. Siksi tehokasta muokkausta pitäisi välttää karuilla kasvupaikoilla. Myös pelkästään pintakasvillisuuden torjumiseksi tuskin kannattaa muokata voimaperäisesti.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- HANSEN, E.A. & HARRIS, A.R. 1975. Validity of soil-water samples collected with porous ceramic cups. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39: 528-536.
- HEIKKILÄ, R. 1975. Männyn viljytaimistojen eläintuhoista Pohjois-Suomessa. Pyhäkosken tutk.as. tied. 14: 20-26.
- JEFFERS, J.N.R. 1960. Experimental design and analyses in forest research. Stockholm. 172 s.
- JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 54(5): 1-80.
- KAUPPILA, A. & LÄHDE, E. 1975. On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. Folia For. 230: 1-29.
- KLINGSTRÖM, A. 1969. Melampsora pinitorque (Braun) Rostr. on progenies of Pinus silvestris L. and in relation to growth regulating substances. Stud. For. Suec. 69: 1-74.
- LAIHO, O. 1976. Tehomuokkauksen vaikutus taimiston alkukehitykseen kanervatyypillä. Parkanon tutk.as. tied. 3: 1-8.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2): 1-64.
- LEVULA, T. & HEIKKILÄ, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Rovaniemen tutk.as. tied. 18: 1-12.
- " - " - 1981. Maanmuokkauksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Pohjois-Karjalassa. Metsäntutk. lait. tied. 11: 1-12.
- LUNDMARK, J-E. 1977. Marken som del av det skogliga ekosystemet. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 2-3, 109-122.
- MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treatment, liming and phosphate fertilization on initial development of barerooted Scots pine transplants. Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuu-

- risten männyntaimien alkukehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 91(3): 1-57.
- MÄLKÖNEN, E. 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 6: 11 - 16.
- " - 1978. Metsämaantieteen perusteita. Helsingin yliopisto, Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 19: 1-107.
- " - 1982. Avohakkuun ja maankunnostuksen ekologiset ympäristövaikutukset. Suomen Akatemian julkaisuja (painossa).
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alojen metsänviljely Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(4): 1-98.
- RITARI, A. & LÄHDE, E. 1978. Effect of site preparation on physical of the soil in a thich-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Commun. Inst. For. Fenn. 92(7): 1-36.
- SÖDERSTRÖM, V. 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 2-3: 1-333.
- VOSS-LAGERLUND, K. 1976. Effect of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. Commun. Inst. For. Fenn. 86(7): 1-35.
- WAGNER, G.H. 1962. Use of porous ceramic cups to sample soil water with in the profile. Soil Sci. 94: 379-386.
- WOOD, W.E. 1973. A technique using porous cups for water sampling at any depth in the unsaturated zone. Water Resour. Res. 9(2): 486-488.

Taulukko 1. Maaveden pH, johtoluku ja keskimääräisiä ravinnepitoisuuksia vaihteluväleineen määritettynä eri tavoin muokkatusta maasta samanaikaisesti kerättyistä näytteistä. V. 1980 kesä-syyskuussa 4 näytteenotokertaa ja v. 1981 vastaavasti 8 näytteenotokertaa.

Käsittely	pH	Johtoluku ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Ravinnepitoisuus (mg l^{-1})								
			NH_4^+	$+\text{NO}_3^-$	$-\text{N}$	NH_4^+	$-\text{N}$	PO_4^-	$-\text{P}$	K	Ca
			- 1980 -								
Muokkaamaton	4.2 (4.0-4.4)	39.9 (32.6-47.0)	0.5 (0.4-0.6)	-	-	0.014 (0.004-0.025)	1.4 (0.3-2.0)	2.3 (1.3-4.6)			
Palleauraus	4.7 (4.6-5.1)	48.1 ^a (38.5-59.3)	1.1 ^a (0.6-1.6)	-	-	0.034 (0.022-0.050)	4.6 (2.6-5.7)	2.1 (1.0-4.2)			
Täysmuokkaus	4.2 (4.0-4.4)	180.4 (148.5-253.3)	1.2 ^a (0.6-2.0)	-	-	0.041 (0.013-0.061)	13.4 (11.6-15.1)	22.4 (11.7-52.3)			
			- 1981 -								
Muokkaamaton	4.4 (4.0-4.7)	65.2 (31.6-159.6)	-	0.9 (0.2-5.0)	-	0.020 (0.007-0.027)	6.2 (2.4-13.0)	2.6 (1.5-5.3)			
Palleauraus	4.7 (3.8-5.4)	165.3 (70.1-359.5)	-	6.0 (1.0-13.6)	-	0.031 (0.001-0.070)	13.0 (3.4-24.6)	3.1 (0.5-12.4)			
Täysmuokkaus	4.3 (4.1-4.6)	91.7 (42.3-188.0)	-	0.9 (0.1-2.15)	-	0.227 (0.020-0.770)	10.9 (3.03-37.2)	4.5 (2.2-12.5)			

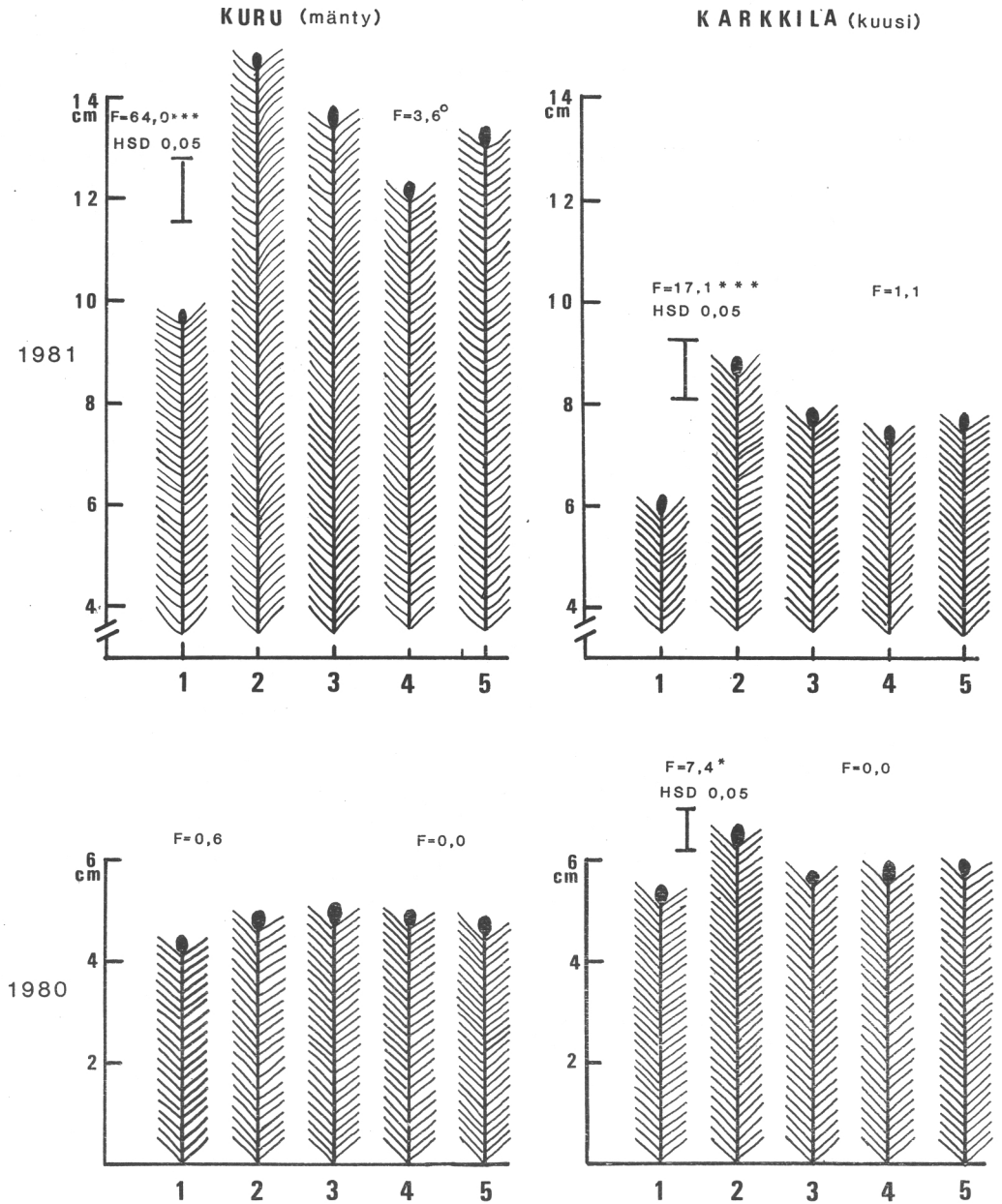
a = vain 3 näytteenotokertaa



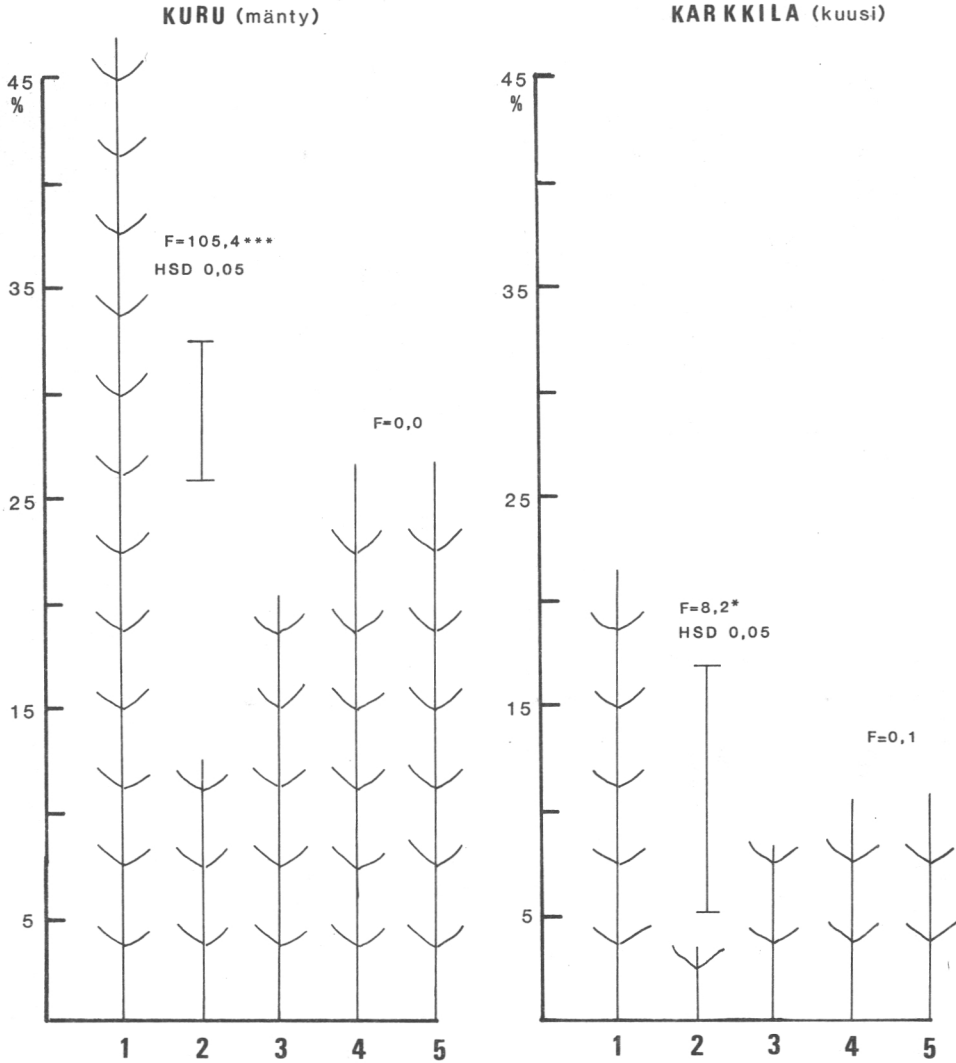
Kuva 1. Kokeiden sijainti

Y1	N	1	O	M	O	Y1	N	1	T	A = Palleauraus T = Täysmuokkaus hyd- raulisella lautasauralla M= Muokkaamaton O ja N= Lannoittamaton Y1 ja 1 = 3000 kg kalkki- kivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia/ha
O	Y1	N	1	A	1	O	Y1	N	M	
N	1	O	Y1	T	N	1	O	Y1	A	
Y1	O	1	N	A	O	1	N	Y1	M	
1	N	Y1	O	T	Y1	O	1	N	T	
N	Y1	O	1	M	1	N	Y1	O	A	

Kuva 2. Muokkaus- ja lannoituskokeen kaavio

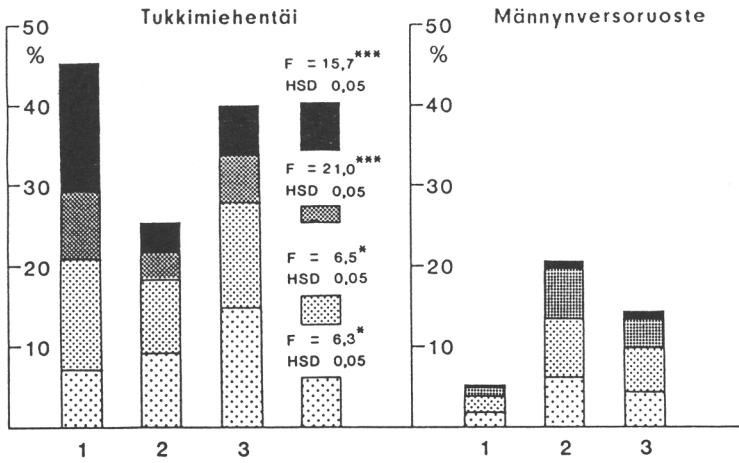


Kuva 3. Taimien pituuskasvu ensimmäisenä (1980) ja toisena kesänä (1981) istutuksen jälkeen. Käsittelyt: 1 = muokkaamaton, 2 = palleauraus, 3 = täysmuokkaus hydraulisella äkeellä, 4 = lannoittamaton, 5 = peruslannoitus (3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia/ha).

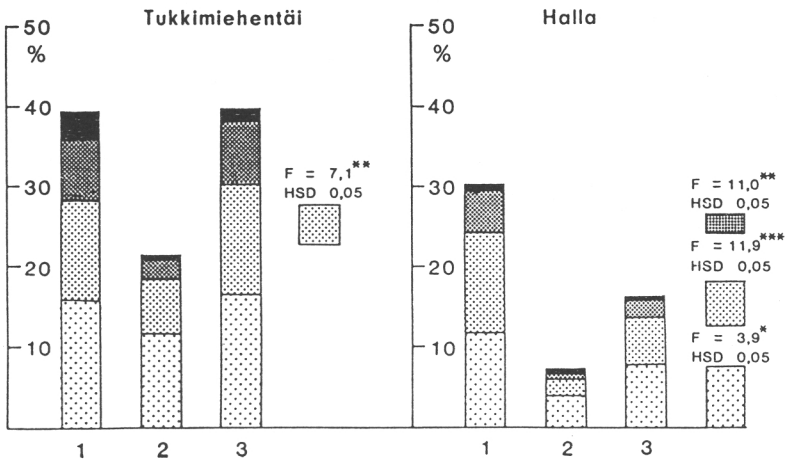


Kuva 4. Kuolleiden suhteellinen osuus istutettujen taimien määrästä. Käsittelyt: 1 = muokkaamaton, 2 = palleauraus, 3 = täysmuokkaus hydraulisella äkeellä, 4 = lannoittamaton, 5 = peruslannoitus (3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 g raakafosfaattia/ha).

KURU
(mänty)



KARKKILA
(kuusi)



Tuhon voimakkuus

= lievä
 = kohtalainen
 = voimakas
 = tappava

Kuva 5. Tuhonaiheuttajien suhteellinen osuus istutettujen taimien määrästä. Käsittelyt: 1 = muokkaamaton, 2 = palleauraus, 3 = täysmuokkaus hydraulisella äkeellä.

