

RISTO RIKALA JA KIMMO VÄHÄNUMMI

**KASVATUSALUSTAN VAIKUTUS YKSIVUOTIAIDEN
MÄNNYN KENNOTAIMIEN KEHITTYMISEEN**

SUONENJOKI 1983

Kansikuva: Esimerkkejä eri kasvatusalustoilla kasvatettujen taimien juuristoista kolme kasvukautta istutuksen jälkeen sivulta (ylärivi) ja alta (alarivi) kuvattuna. Ruudun koko taustaruudukossa 2 cm x 2 cm.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 104
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA ISSN 0358-4283

Risto Rikala ja Kimmo Vähänummi

KASVATUSALUSTAN VAIKUTUS YKSI-
VUOTIAIDEN MÄNNYN KENNOTAIMIEN
KEHITTÄMISEEN

SUONENJOKI 1983

RIKALA, R. ja VÄHÄNUMMI, K. 1983. Kasvatusalustan vaikutus yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymiseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 104:1-20.

Kankaanrannan taimitarhalla seurattiin hiekalla, terram-suodatinkankaalla, fibertex-kastelukankaalla ja kohotetulla alustalla (arinalla) kasvatettujen yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymistä neljänä perättäisenä vuonna. Ensimmäisenä koevuonna kasvatettujen taimien kehitystä seurattiin myös istutuksen jälkeen.

Eri kasvualustoilla ei ollut johdonmukaista vaikutusta kasvualustan tai taimien ravinnepitoisuuteen. Taimien juuri/versosuhde ja juurten haarojen lukumäärä oli korkein arinatason taimilla. Mutta myös kennopaperin ja turpeen välissä kierteleviä juuria oli eniten arinatasolla kasvatetuilla taimilla.

Juurten kiertyminen näytti jatkuvan myös istutuksen jälkeen. Kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta arinatason taimilla oli vähiten kennopaperin läpi ja eniten kennon pohjan kautta maahan kasvaneita juuria. Muilla kasvatusalustoilla kasvatetut taimet eivät eronneet toisistaan tässä suhteessa. Koe antoi viitteitä siihen, että arinatasokasvatus nopeuttaa taimia istutuksen jälkeistä juurtumista, mutta saattaa hidastaa juurten kasvua kennon seinäpaperin läpi.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	MENETELMÄ JA AINEISTO	2
21.	Tutkimuspaikka	2
22.	Materiaali, kasvatusta ja koekäsittelyt	2
23.	Kasvatuksen seuranta	4
231.	Olosuhteet	4
232.	Näytetaimet	4
24.	Istutuskoe	5
3.	KASVATUSOLOSUHTEET	6
31.	Ilman lämpötila ja haihdunta	6
32.	Kasvualustan ravinnepitoisuus	6
4.	KASVATUSTULOS	8
41.	Taimien morfologiset ominaisuudet	8
42.	Taimien ravinnepitoisuus	11
5.	TAIMIEN KEHITTYMINEN ISTUTUSKOKEESSA	11
6.	TULOSTEN TARKASTELU	14
7.	KIRJALLISUUS	17
	LIITTEET	19-20

1. JOHDANTO

Paakkutaimikasvatuksen alkuaikoina Suomessa 1960-luvun lopulla kasvatusta tapahtui tavallisesti turpeen päällä. Pian kuitenkin havaittiin, että paakut hajosivat liian nopeasti ja taimien juuret kasvoivat paakun pohjasta turpeeseen. Tämän johdosta ryhdyttiin kokeilemaan sora-, asfaltti- ja bitumipohjaisia muovihuoneita. Juurten kasvua maahan pyrittiin vähentämään myös leikkaamalla arkista uloskasvavat juuret (siirtämällä paakkuarkkeja).

Ulkomaisissa tutkimuksissa on havaittu, että paakun seinämiin tai kasvatusalustaan lisätyillä aineilla, kuten kuparilla (esim. Burdett 1978, Barnett ja McGilvray 1974) tai erilaisilla kasvusääteillä (esim. Weston ym. 1980) voidaan ohjata juurten kasvua ja juuri/versosuhdetta. Juurten kasvua paakun ulkopuolella on estetty myös nostamalla kasvatusarkit "ilmaan" (Scarrat 1972, Eriksson 1973, Lindström ja Hulten 1978).

Kokeilu- ja kehittäelytoimintaa on tehty Suomessa pääosin käytännön toimesta. Osa tuloksista on esitetty monistemuotoisina raportteina (Asplund ja Anttila 1975, Elo 1978, Koistinen 1978, Huurinainen 1980, 1983) sekä esitelminä (Taimitarhapäivät ... 1975). Kertyneen kokemuksen ja suppeahkojen tutkimusten perusteella on käytännön taimienkasvatusohjeistoissa päädytty suositteluun kohotettua kasvatusalustaa, mutta käyttökelpoisina vaihtoehtoina on pidetty myös asfalttia, soran päälle levitettyä viiraa ja keinokuitukangasta (Kylvetyn kennomännyn ... 1978).

Huolimatta menetelmien laajasta käytöstä, vielä ei kuitenkaan tunneta eri menetelmien vaikutusta taimien metsänviljelykelpoisuuteen. Kankaanrannan taimitarhan esityksestä aloitettiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää käytännön mittakaavassa kohotetulla alustalla, kahdella kuitukankaalla ja hiekka-alustalla kasvatettujen paperikenttätaimien kehitystä taimitarhalla ja istutuksen jälkeen testitarhalla.

Tutkimus jakautuu tekijöiden kesken siten, että Vähänummi on hoitanut kokeen käytännön toimenpiteet ja Rikala on vastannut näytetaimien mittauksesta ja aineiston laskennasta sekä laatinut käsikirjoituksen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Erkki Lähde sekä MMT Jari Parviainen, joka osallistui tekijöiden ohella myös tutkimuksen suunnitteluun.

2. MENETELMÄ JA AINEISTO

21. Tutkimuspaikka

Tutkimuspaikka oli Satakunnan piirimetsälautakunnan Kankaanrannan taimitarhan (n. 20 km Porista pohjoiseen) uusi etelä-pohjois-suunnassa oleva muovihuone (12 m x 100 m). Muovihuone oli varustettu Volmatic elb 73 kastelu- ja lannoitusautomaatiikalla. Kasteluputkilinjojen etäisyys oli 1,5 - 2 m. Kastelusuuttimet (DGT sininen) olivat putkissa 1,2 m:n välein. Putkistot oli asennettu 1,9 m:n (huoneen reunoilla 0,9 m:n) korkeudelle maasta. Vuosina 1981-82 käytettiin Recordsuuttimia. Tällöin putket olivat 1,9 m:n korkeudella. Putkien etäisyys toisistaan oli 4 m ja suutinten väli 2 m. Kasteluv veden syöttö oli järjestetty siten, että huone voitiin jakaa kahteen, erilailla kasteltavaan ja lannoitettavaan osaan.

Muovihuoneen tuuletus hoidettiin lämpötila-automaatiikkaan (DGT) kytketyllä kattotuuletuksella. Automaatiikka oli säädetty siten, että luukut avautuivat kun lämpötila ylitti +25°C ja sulkeutuivat +20°C lämpötilassa. Käsinsäädeltävällä helmatuuletuksella voitiin tuuletustehoa tarvittaessa lisätä.

22. Materiaali, kasvatus ja koekäsittelyt

Taimet kasvatettiin Fh 408 paperikenoissa, jotka oli sijoitettu Lännen tehtaiden ritiläpohjaiseen muovilaa-tikkoon (94 cm x 35 cm x 7,5 cm). Yksi arkki muodostuu 336 kennosta. Kennoarkit täytettiin taimitarhalla peruslannoitetulla ja kalkitulla kasvaturpeella talvella ja siirrettiin varastoon. Arkkit kylvettiin ja levitettiin kasvatuspaikalle välittömästi ennen kastelun aloittamista.

Kastelun aloitus, muovien poisto ja taimien karaisukentälle siirtoaajankohdat ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

Vuosi	Kastelun aloitus	Muovien poisto	Karaisukentälle siirto
1979	24.5.	29.8.	8.-10.10.
1980	23.5.	18.-21.8.	9.-10.9.
1981	29.5-1.6.	11.8.	2.- 3.9.
1982	19.5.	4.8.	6.-7.9.

Vuonna 1979 kennoarkit kasteltiin B-Detoxilla ja kylvettiin uudelleen 13.6. turpeeseen liunneen boorin aiheuttaman itämishäiriön vuoksi.

Peruslannoitus ja kalkitus sekä jatkolannoituksessa käytetty ravinnemäärä esitetään seuraavassa asetelmassa:

Vuosi	Kalkitus	Peruslannoitus (Turpeen Y)	Kasvatyslannoitus		
			9 S-ex	Kekkilä 5 S-ex	Oulun salp. (Kalkkisalp.=*)
		kg/m ³		g/m ²	
1979	4,0	1,2	80	25	20
1980	4,0	1,0	107	34	-
1981	4,5	1,0	63	42	8 (*)
1982	3,5	1,0 (arina)	63	31	-
		(terram)	72	33	-

Kasvatyslannoituksessa ravinteet annettiin 0,10 - 0,12 % kasteluliuksena paitsi Oulunsalpietari ja kalkkisalpietari, jotka levitettiin hajalannoituksena. Lannoituksessa annettu kokonaistyyppimäärä vaihteli eri koevuosina 24-30 g N/m².

Kokeessa vuosina 1979 ja 1980 käytetyt kasvatusalustat olivat seuraavat:

1. Muovihuoneen hiekkapohja
2. Terram-suodatinkangas (140 g/m²), joka levitettiin hiekkapohjan päälle
3. Fibertex-kastelukangas (PPR 433, 150 g/m²)
4. Pöytätaso, joka oli rakennettu siten, että 80 cm:n korkeudella maasta olevan tason muodostivat kärki ylöspäin 30 cm:n etäisyydellä toisistaan asetetut kolmiorimat. Menetelmästä käytetään myöhemmin nimitystä "arinakasvatus".

Vuosina 1981 ja 1982 koekäsittelyinä olivat vain terram-suodatinkangasalusta (2) ja arinataso (4). Missään koekäsittelyssä muovilaatikkoja ei siirretty tai taimien juuria leikattu kasvatuksen aikana. Käsitteilyistä 1-3 käytetään myöhemmin myös yhteisnimi-

tystä maatasokasvatus.

Kasvatustila oli jaettu siten, että puolet huoneesta oli varattu arinakasvatukselle ja toinen puoli jaettiin käsittelyjen 1-3 kesken. Kaikkiaan huoneeseen mahtui noin 800 000 tainta.

Kastelu oli vuonna 1979 samanlainen kaikille käsittelyille. Muina koevuosina arinatason taimia kasteltiin hieman enemmän kuin maatason taimia.

23. Kasvatuksen seuranta

231. Olosuhteet

Muovihuoneen lämpöoloja seurattiin vv. 1979-80 kahdella Fuess-termografilla, joista toinen oli sijoitettu maatasokasvatusalueelle ja toinen arinatasolle. Tarkkuuslämpömittareilla kontrolloitiin termografien toimintaa. Vuonna 1979 termografien päälle oli asetettu vanerilevy eliminoimaan suoran säteilyn ja kastelun vaikutusta. Vuonna 1980 termografit sijoitettiin ilmatieteen laitoksen mallin mukaan rakennettuun termografikojuun.

Haihduntaolosuhteita seurattiin vuosina 1979 ja 1980 kolmella Pichen evaporimetrillä (katso menetelmästä esim. Odin 1976), jotka oli sijoitettu maa- ja pöytätasokasvatusalueella 15 cm kasvatuspinnan yläpuolelle sekä pöytätason ja maanpinnan puoliväliin. Mittareiden toiminnoissa oli jonkin verran häiriöitä.

Vuosina 1981 ja 1982 ympäristötekijöiden seuranta oli vähäistä, vaikka taimimateriaalista tehtiinkin mitauksia.

Kasvualustan ravinnepitoisuuksia seurattiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä teetetyin ravinneanalyysin vv. 1979-80 6 kertaa kasvukauden aikana. Vuosina 1981 ja 1982 tyydyttiin seuraamaan johtokyvyn muutoksia ja kasvukauden lopussa tarkastettiin kasvualustan ravinnepitoisuus.

232. Näytetaimet

Kasvatustuloksen kontrolloimiseksi otettiin syksyisin

näytteet eri kasvatuskäsittelyistä seuraavasti:

Vuosi	Pvm	Otantamenetelmä
1979	19.9.	Yksi silmävaraisesti valittu arkki jokaisesta käsittelystä. Kustakin arkista otettiin kaksi 20 cm x 20 cm näytettä (yht. n. 50 tainta). Arkit irroitettiin siten, että kankaaseen ja maahan kiinni kasvaneet juuret saatiin talteen mittausta varten.
1980	8.10.	Kolme silmävaraisesti valittua arkkiä jokaisesta käsittelystä. Kustakin arkista valittiin 15-20 taimen näyte.
1981	9.10.	Eri puolelta kasvatusaluetta valittiin 10 osanäytteenä yhteensä 30 tainta/käsittely.
1982	7.10.	Arinakasvatuksesta otettiin näytteet kahdesta 10.9. ja kahdesta 9.10. ulos siirretystä arkista. Terram-alustalta otettiin näyte kahdesta 10.9. ulos siirretystä arkista. Arkkia kohti otettiin 10 näytetainta.

Taimista mitattiin verson pituus, juurenniskan läpimitta, pisimmän juuren pituus, juuren haarojen lukumäärä, kennon seinämän läpi kasvaneiden juurten lukumäärä sekä juuren ja verson kuivapainot. Vuonna 1982 mitattiin lisäksi kennopaperin ja turpeen välissä eri tavoin kiertelevien juurien lukumäärä. Viljavuuspalvelu Oy:ssä analysoitiin taimien ravinnepitoisuus.

24. Istutuskoe

Kesällä 1979 kasvatettujen taimien menestymistä seurattiin istutuksen jälkeen turpeensekaiselle hiekka-maalle perustetulla koekentällä. Taimet istutettiin 30 cm:n taimi- ja 40 cm:n riviväleihin. Yhteen riviin istutettiin 30 tainta yhdestä käsittelystä. Neljä riviä (kaikki kasvatusalustakäsittelyt) muodosti toiston. Toistoja oli yhteensä kuusi ja taimia kaikkiaan 720 kpl. Taimet istutettiin pottiputkella.

Syksyllä 1982, kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta, mitattiin kaikkien taimien kokonaispituus ja viimeinen kasvu. Lisäksi jokaisesta taimirivistä nostettiin viisi satunnaisesti arvottua näytetainta. Taimet irroitettiin maasta lapion pistoin 15 cm:n etäisyydeltä taimen tyveltä. Laboratoriossa mitattiin

taimien tyviläpimitta, laskettiin kennopaperin läpi ja pohjasta kasvaneet juuret sekä mitattiin niiden läpimitta kennon pinnan läpäisykohdasta.

3. KASVATUSOLOSUHTEET

31. Ilman lämpötila ja haihdunta

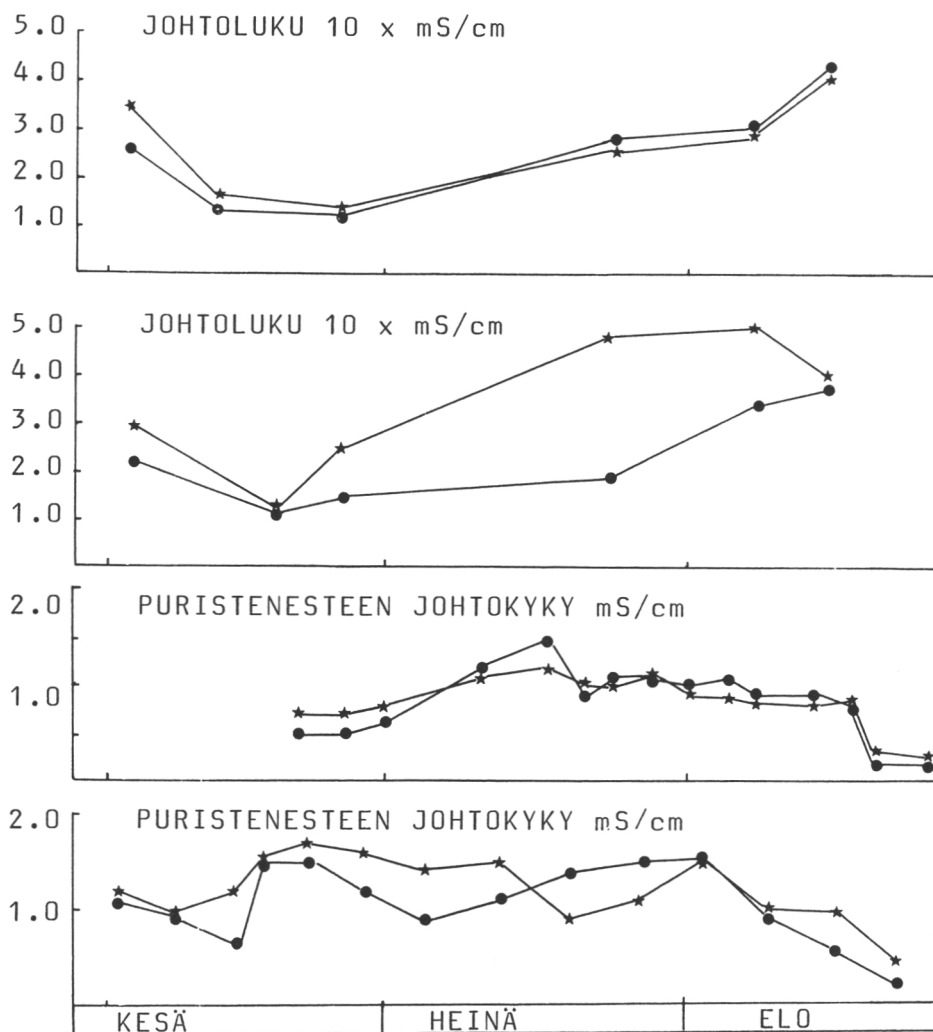
Kesällä 1979 muovihuoneen maksimilämpötilat olivat selvästi korkeampia ja minimilämpötilat alhaisempia kuin kesällä 1980 (liite 1). Vuosien väliset erot johtunevat ensisijassa tuuletusautomaatiikan toiminnan häiriöistä v. 1979. Myös termografisuoijat olivat erilaisia näinä vuosina.

Maatasolla minimilämpötilat olivat kumpanakin vuonna keskimäärin $1-2^{\circ}\text{C}$ alhaisemmat kuin pöytätasolla. Suurimmillaan erot olivat kuitenkin kirkkaina, lämpiminä päivinä, jolloin pöytätasoon maksimilämpötila oli $3-5^{\circ}\text{C}$ korkeampi kuin maatasolla.

Haihduntaerot eri mittauspaikkojen välillä olivat verraten pieniä. Maatasolla haihdunta oli korkeampi yleensä silloin kun käytettiin helmatuuletusta. Tällöin myös pöytätasolla haihdunta oli normaalia voimakkaampaa. Arinatason alapuoleinen haihdunta oli keskimäärin 80 % arinatason yläpuoleisesta haihdunnasta. Nyt suoritetuissa mittauksissa ei evaporimetria suojattu kastelulta, mikä johtaa tavallista pienempiin haihduntalukemiin, eikä sinänsä anna oikeata kuvaa kastelutarpeesta.

32. Kasvualustan ravinnepitoisuus

Kasvualustan ravinnepitoisuudelle oli luonteenomaista liukoisten ravinteiden väheneminen kastelun aloittamisen jälkeen, mitä ilmentää myös turpeen johtoluvun ja puristenesteen johtokyvyn pieneminen (kuva 1). Ravinteet ovat ilmeisesti osin huuhtoutuneet ja osin sitoutuneet orgaaniseen muotoon. Kasvatustalouden alkamisen jälkeen liukoisten ravinteiden pitoisuus kasvoi heinäkuun loppua kohti kunnes lannoituksen lopettamisen ja muovien poistamisen jälkeen sateiden vaikutuksesta ravinnepitoisuus taas laski.



Kuva 1. Turpeen johtoluku vv. 1979 ja 1980 sekä puristenesteen johtokyky vv. 1981 ja 1982.

● = maataso, * = arinataso.

Maatasolla turpeen liukoisten ravinteiden pitoisuus laski kaikkina koevuosina alkukastelun jälkeen pienemmäksi kuin arinalla. Jatkolannoituksen alkamisen jälkeen arina- ja maatason välillä oli ravinteisuudessa selvä ero vain vuonna 1980, jolloin turpeen johtoluku arinalla oli korkeampi kuin maatasolla. Tämäkin ero hävisi syksyyn mennessä, jolloin turpeen ravinnepitoisuudet eivät juuri poikenneet eri käsittelyjen välillä (liite 2).

4. KASVATUSTULOS

41. Taimien morfologiset ominaisuudet

Taimien koko vaihteli huomattavasti eri koevuosina (kuva 2). Tämä johtui paitsi sääolosuhteista myös kasvatustoimenpiteiden onnistumisesta. Vuonna 1979 taimien pieni koko johtui ensimmäisen kylvön epäonnistumisesta ja myöhäisestä uusintakylvöstä. Kasvatustulustoilla oli selvä vaikutus taimien morfologisten ominaisuuksien kehittymiseen.

Lukuunottamatta vuoden 1979 kasvatusta taimet kasvoivat pisimmiksi arinalla.

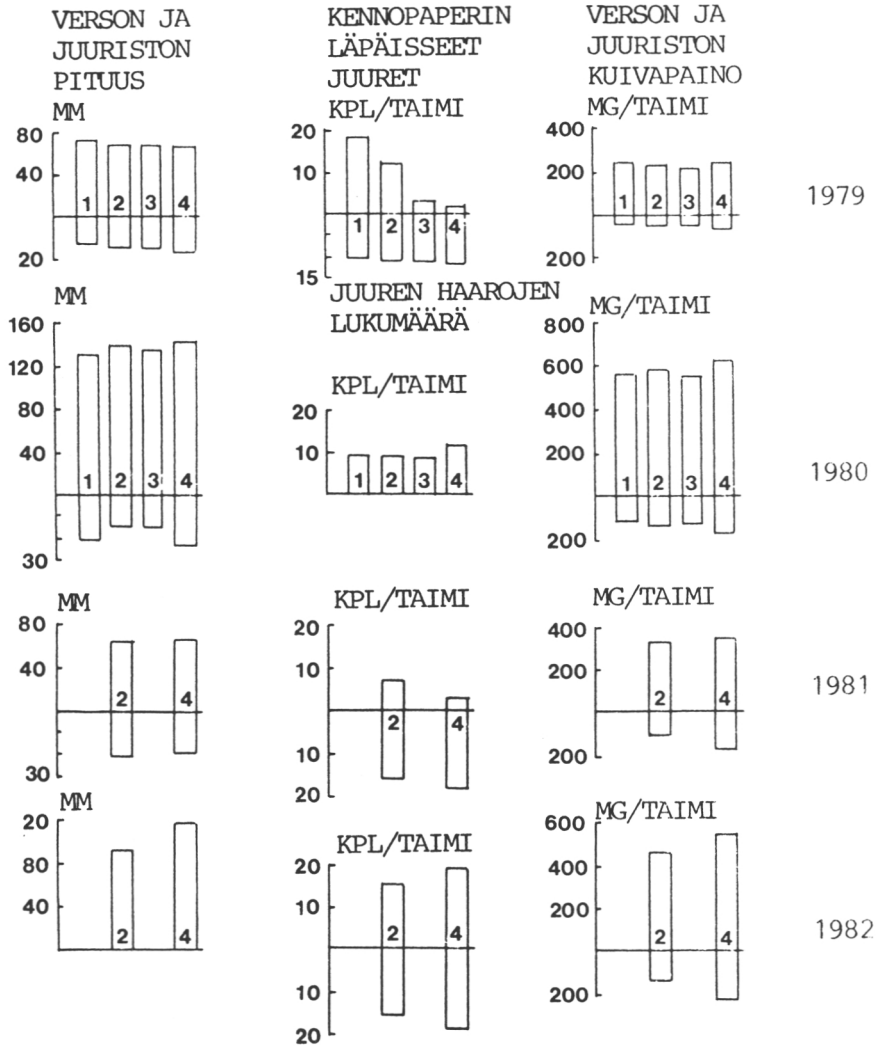
Pisin paakun sisäinen pääjuuri, suoraksi vedettynä, oli vuonna 1979 arinalla kasvaneilla taimilla ja lyhyin hiekka- alustan taimilla. Myös vuonna 1980 arinataimilla oli pisin pääjuuri. Sen sijaan vuoden 1981 kasvatuksissa eroja ei todettu.

Paakun seinämän läpi kasvaneita juuria oli vuosina 1979 ja 1981 vähiten ja vuosina 1980 ja 1982 puolestaan eniten arinatason taimilla. Vain vuonna 1979 erot olivat merkittäviä. Kaikkina koevuosina arinalla kasvatetuilla taimilla oli eniten juuren haaroja. Samoin kaikkina mittausvuosina oli arinalla kasvaneilla taimilla painavin juuristo ja korkein juuri/verso-suhte. Alhaisin juuri/versosuhte oli hiekka-alustan taimilla. Juuri/verso-suhteet olivat käsittelyittäin eri koevuosina seuraavat:

	Hiekka	Terram	Fibertex	Arina
1979	0,16	0,20	0,22	0,28
1980	0,21	0,22	0,22	0,25
1981	-	0,33	-	0,49
1982	-	0,31	-	0,37

Hiekka-alustan taimien juuriston kokonaiskuivapainosta oli noin 30 % arkkien alla hiekassa kasvukauden lopussa. Sekä terram- että fibertexkankaisiin oli kasvanut noin 10 % juuristosta. Näin ollen, jos verrataan eri käsittelyjen taimien kokonaiskuivapainoja, on arinataimilla edelleen painavin juuristo, mutta hiekka-alustan taimien juuristo on painavampi kuin kasvatuskankailla kasvaneilla taimilla.

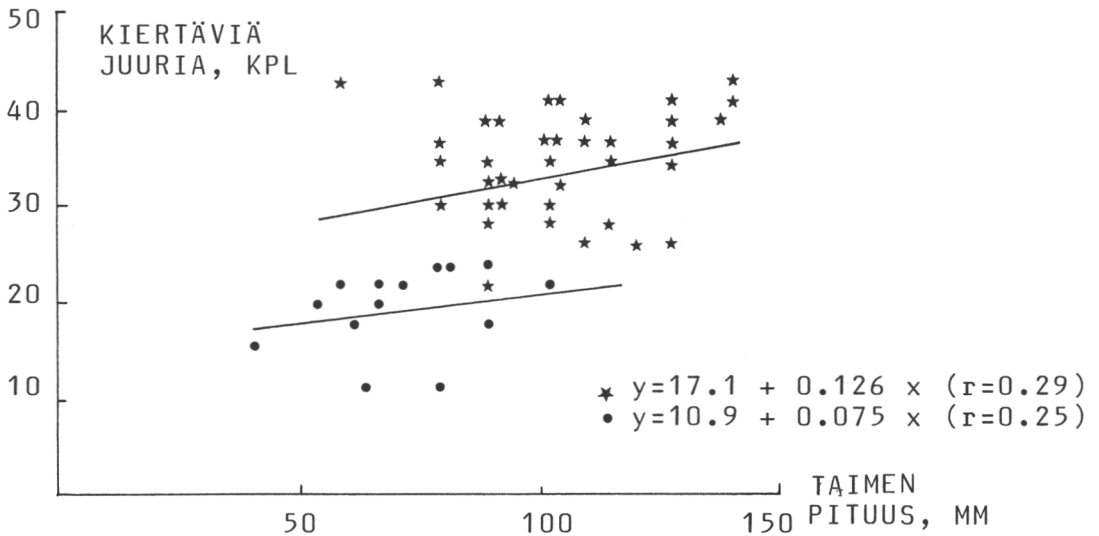
Vuoden 1982 kasvatuksen taimista laskettiin kennopaerin ja turpeen välissä kiertelevät juuret:



Kuva 2. Eri kasvatusalustoilla kasvatettujen taimien verson ja pisimmän juuren pituus, kennopaperin läpi kasvaneiden juurten määrä, juurten haarojen lukumäärä sekä verson ja kennon sisäisen juuriston kuivapaino. Kasvatusalustat: 1 = hiekka, 2 = terram, 3 = fibertex ja 4 = arina.

	Terram kpl/paakku	Arina ($\bar{x} \pm S_x$)
1. Kennopaperin alla vähintään 1/3 kennon ympäri vaakata- sossa kiertäviä juuria	7,0 \pm 0,7	12,3 \pm 0,6
2. Paperin pintaa alaspäin kulkevia juuria	7,0 \pm 1,0	12,3 \pm 0,7
3. Alaspäin kulkevia ja poh- jasta ylöspäin kääntyviä juuria	3,3 \pm 0,6	5,1 \pm 0,4
4. Edellisten (1-3) muotojen yhdistelmiä	0,7 \pm 0,2	2,5 \pm 1,1
Yhteensä	18,0 \pm 1,0	32,2 \pm 1,1

Arinatason taimilla oli siis selvästi eniten paperin sisäpintaa kulkevia juuria (kuva 2). Sillä oli myös eniten kennosta ulos kasvaneita juuria. Arinatason taimet tosin olivat kookkaampia kuin terramalla kasvatetut, samoin niiden juuriston kuivapaino oli selvästi suurempi. Kuitenkin samankokoisillakin arinalla ja terramalla kasvaneilla taimilla erosivat kennopaperin alla kasvavien juurien määrät selvästi toisistaan (kuva 3).



Kuva 3. Arinalla (*) ja terramalla (●) kasvaneiden taimien kennopaperin ja turpeen välissä kiertävien juurien määrän ja taimien pituuden keskinäinen riippuvuus vuoden 1982 kasvatuserässä.

42. Taimien ravinnepitoisuus

Taimien ravinnepitoisuuksien vuosien välistä eroa tarkasteltaessa havaitaan, että neulasten typpipitoisuus sekä N/K- ja N/P-suhde väheni voimakkaasti lannoituksen vähenemisen myötä (liite 3). Hivenainepitoisuuksien vaihtelut sen sijaan eivät näyttäisi johtuneen lannoitemäärästä. Vuoden 1979 alhaista kuparipitoisuutta lukuunottamatta ravinnearvot olivat optimaalilla alueella (esim. Raitio ja Rikala 1981). Kuparipitoisuus tuntuu yllättävän alhaiselta, koska kasvualustaan lannoitteena lisättiin n. 14 mg/l kuparia, jota alhaisempikin lisäys on seuraavana vuonna riittänyt nostamaan neulasten kuparipitoisuuden 11,4 mg/kg. Eri kasvatusalustojen välillä ei ollut johdonmukaisia eroja taimien ravinnepitoisuuksissa.

5. TAIMIEN KEHITTYMINEN ISTUTUSKOKEESSA

Kesällä 1979 kasvatetuista taimista oli kolmen kasvukauden jälkeen elossa keskimäärin 91 % (taulukko 1). Erot eri käsittelyjen välillä eivät osoittautuneet tilastollisesti merkittäviksi varianssianalyysillä testattaessa.

Taulukko 1. Kesällä 1979 kasvatettujen ja keväällä 1980 istutettujen taimien elossaolo, kokonaispituus ja kesän 1982 kasvu kolme vuotta istutuksen jälkeen. Hakaset osoittavat Tukeyn testin antamia eroja eri käsittelyjen välillä 5 %:n riskillä.

Käsittely	Elossaolo %	Pituus cm	Kasvu -82
Hiekka	96	53	20
Terram	95	55	21
Fibertex	91	49	18
Arina	94	53	20
F-arvo (3;15)	0,57	5,00 *	2,12

Taimien keskipituus oli kolmen kasvukauden jälkeen 53 cm ja kesän 1982 keskimääräinen pituuskasvu 20 cm. Pisimmät taimet olivat n. 90 cm:n mittaisia. Pi-

simpiä olivat terramalustan taimet, jotka olivat myös kasvaneet parhaiten kesällä 1982. Fibertex-alustan taimet olivat pienimpiä.

Tukeyn testin mukaan fibertex-alustan taimilla pituus poikkesi merkitsevästi muiden käsittelyjen taimien pituudesta.

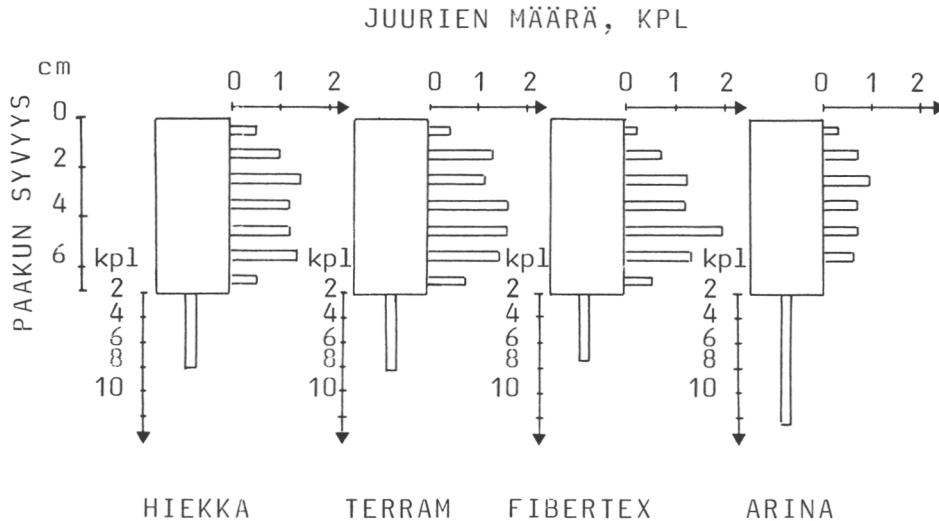
Taulukko 2. Testi-istutuksesta nostettujen näytetaimien kennon seinän ja pohjan läpi kasvaneiden juurien lukumäärä ja keskiläpimitta kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta. Hakaset osoittavat Tukeyn testin antamia eroja 5 %:n riskillä.

Käsittely	Kennopaperin läpi kasvaneiden juurien		Kennon pohjan kautta kasvaneiden juurien	
	Lkm kpl	Lpm mm	Lkm kpl	Lpm mm
Hiekka	7,2	3,4	6,0	3,6
Terram	8,1	3,5	6,2	3,9
Fibertex	7,0	2,7	5,4	3,3
Arina	4,2	2,6	10,4	2,9
F-arvo(3;15)	7,06**	6,09**	10,43***	3,15

Istutuskokeesta nostettujen näytetaimien juuristoissa oli huomattavia eroja eri käsittelyjen välillä (taulukko 2). Maatason taimilla kennopaperin läpi kasvaneita juuria oli huomattavasti enemmän kuin arinatason taimilla. Samoin juurten läpimitta oli maatason taimilla suurempi. Toisaalta taas arinataimilla oli lähes kaksi kertaa enemmän pohjan kautta kasvaneita juuria. Mutta näiden juurien läpimitta oli pienempi kuin maatason taimilla. Jälkimmäinen ero ei tosin ollut tilastollisesti merkitsevä.

Kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta kennopaperin läpi kasvaneiden juurien painopiste oli maatason taimilla alempana kuin arinataimilla (kuva 4).

Arinatason taimilla, joilla kennopaperin läpi kasvaneita juuria oli vähän, oli paperin alla kiertäviä juuria silmävaraisesti arvioituna enemmän kuin muissa



Kuva 4. Kennopaperin läpi ja pohjan kautta kasvaneiden juurien lukumäärä ja sijainti kolmen kasvukauden kuluttua istutuksesta eri kasvatusalustakäsittelyjen taimilla.

käsittelyissä (katso kansikuva).

Juuriston ja verson keskinäisiä riippuvuuksia tarkastellaan seuraavassa asetelmassa, jossa tilastollisena yksikkönä on pidetty yhtä taimiriviä ja näin korrelaatio perustuu 24 havaintoon:

	Pituus	Kasvu	Läpimitta
Kennopaperin läpi kasvaneiden juurien lukumäärä	0,34	0,35*	0,37
Em. juurien keskiläpimitta	0,49**	0,28	0,53**
Kennon pohjan läpi kasvaneiden juurien lukumäärä	0,07	0,01	0,04
Em. juurien keskiläpimitta	0,64***	0,59**	0,72***

Näyttäisi siis siltä, että taimien pituus ja myös kasvu korreloivat paremmin kennopaperin läpi ja pohjan kautta kasvaneiden juurten läpimitan kuin lukumäärän kanssa. Maatason taimilla oli sekä pohjan että kenno-

paperin läpi kasvaneiden juurten läpimitta suurempi kuin arinataimilla.

6. TULOSTEN TARKASTELU

Taimien kasvatustulos riippuu olennaisesti kasvuympäristön lämpötilasta ja kosteudesta. Maasta kohotetulla kasvatustasolla on lämpöolosuhteiden todettu seuraavan ilman lämpötilaa kiinteämmin (Koistinen 1978) ja muodostuvan äärevämmiksi (Lindström ja Hulsten 1978) kuin maatasolla. Lindströmin ja Hulstenin (1978) mukaan tulisi kasvatustason olla niin matalalla kuin mahdollista suurten lämpötilavaihtelujen pienentämiseksi. Toisaalta saman tutkimuksen mukaan korkea kasvatustaso paransi siementen itämistä, mikä tekijöiden mukaan johtui suotuisammista lämpöolosuhteista kylmän itämisjakson aikana. Tässä tutkimuksessa lämpötilaerot maa- ja arinatason välillä olivat pieniä, eivätkä eri kuukausina edes samansuuntaisia.

Haihdunta koehuoneessa arinatason alapuolella oli liikimain samansuuruinen kuin Lindströmin ja Hulstenin (1978) tutkimuksessa. Haihdunta, mitattuna kasvatustason alapuolelta, kuvaa myös kennojen kuivumista. Mitä korkeampi on kasvatustaso, sitä voimakkaampaa on haihdunta ja sitä nopeammin kennot kuivuvat. Tämän vuoksi arinakasvatuksessa tarvitaan runsaampaa kastelua kuin maatasokasvatuksessa. Nimenomaan kennojen alapinnan kuivumisherkkyuden vuoksi kastelu pitää olla tasaista ja vettä on annettava riittävästi kerrallaan, jotta kenno kostuisi koko korkeudeltaan. Grauers (1981) suosittelee vähintään 1 mm:n kastelua kerrallaan mieluiten yöaikaan, jolloin turve kostuu taiseemmin haihdunnan ollessa pieni. On myös ilmeistä, että kastelu yksinomaan sumusuuttimilla ja lyhyehköinä sumutusjaksoina johtaa arinatasolla turpeen epätasaiseen kostumiseen ja heikkoon juuriston kehittymiseen. Maatasokasvatuksessa tämä ongelma on pienempi, etenkin jos käytetään kasvatuskankaita, jotka tasoittavat kasvatusalustan kosteutta.

Tässä tutkimuksessa ei selvitetty mikä on riittävän suuri ilmatila arinan alla estämään juurten kasvun ulos paakusta. Se luonnollisesti riippuu ilman kosteudesta, mitä puolestaan säätelee kasvihuone- ja arinarakenteet sekä tuuletus. Scarratin (1972) mukaan jo tuuman ilmatila estää juurten uloskasvun paakusta 5 m:n pitemmäksi, jos paakkuja ympäröivä ilma on riittävän kuivaa.

Eri ympäristötekijöiden vaikutukset summautuvat taimien kasvussa. Neljänä vuonna toistetun kokeen tuloksissa näkyvät paitsi eri vuosien sääolosuhteet myös kasvatustoimenpiteiden vaikutus. Mitään pelkästään kasvatusalustan aiheuttamaa johdonmukaista eroa ei taimien koossa tai ravinnepitoisuudessa havaittu. Sen sijaan taimien kennon sisäisen juuriston kuivapaino, juuri/verso-suhde, ja juurten haarojen lukumäärä oli kaikkina koevuosina suurin arinatason taimilla. Myös kangasalustat lisäsivät juuri/verso-suhdetta ja juurten haaraisuutta hiekka-alustan taimiin verrattuna. Tulokset tukevat aikaisempia tutkimuksia (Scarrat 1972, Lindström ja Hulten 1978, Koistinen 1978, Huurinainen 1980, 1983).

Hiekka-alustan taimien alhainen kennon sisäisen juuriston kuivapaino ja tästä laskettu juuri/verso-suhde johtuu kennoista hiekkaan kasvaneista juurista, jotka taimien "noston" yhteydessä katkeavat ja jäävät maahan. Tämän tutkimuksen mukaan hiekkaan kasvaneen juuriston osuus oli noin 30 % ja kasvatuskankaisiin kiinni kasvaneiden juurten osuus noin 10 %. Lindströmin ja Hultenin (1978) mukaan peräti 50 % hiekka-alustalla kasvatettujen taimien juurista kasvaa maahan. Sekä kuitukankailla että arinatasolla kasvatus lisäsi taimien juuri/verso-suhdetta hiekalla kasvatukseen verrattuna. Samaa tavoitteeseen päästään siirtämällä taimiarkkeja hiekalla 3 kertaa kesän aikana (Lindström ja Hulten 1978) tai lisäämällä esim. kuparia kasvatusalustaan (Barnett ja McGilvray 1974).

Kennopaperin läpi toiseen kennoon tai kennojen väliin kasvaneet juuret sekä hankaloittavat taimien irrottamista kennoarkeista, että saattavat myös vaurioittaa juuristoa irrottamistilanteessa.

Kennon seinämän läpi kasvaneiden juurien määrässä eri kasvatusalustojen välillä ei havaittu johdonmukaista eroa. Koska kasvualustan kosteus vaikuttaa olennaisesti kennopaperin puhkaisulujuuteen (Lähde ja Kinnunen 1974) on todennäköistä, että kastelun määrä ja kasvualustan kuivumisnopeus ovat vaikuttaneet kennopaperin läpi kasvaneiden juurien määrään. Niinpä vuonna 1979, jolloin kaikkia kasvatusalustoja kasteltiin samalla tavalla, oli eniten kennopaperin läpi kasvaneita juuria hiekka-alustan taimilla ja vähiten arinatason taimilla. Muina vuosina, jolloin arinatason taimia kasteltiin enemmän kuin maatason taimia, erot kennopaperin läpi kasvaneiden juurten määrässä olivat pienemmät. Toisaalta vuonna 1982, jolloin arinataimilla oli kennopaperin läpi kasvaneita juuria enemmän kuin

terramtaimilla, oli arinataimilla myös kennopaperin ja turpeen välissä kierteleviä juuria enemmän kuin arinataimilla.

Näyttäisi siltä, että ainakin paperikennotaimilla muodostuu arinakasvatuksessa niin paljon voimakkaampi juuristo, että se kasvutilan puutteen vuoksi osittain kiertyy aivan kennopaperin pintaan. Juuriston kehitys näyttää jatkuvan samanlaisena myös istutuksen jälkeen: maatasolla kasvatetuilla taimilla oli kolmen vuoden jälkeen istutuksesta enemmän kennopaperin läpi kasvaneita juuria kuin arinatason taimilla. Arinatason taimilla oli kennopaperin läpi kasvaneiden juurien lukumäärän painopiste kennon korkeuden suhteen ylempänä kuin maassa kasvatetuilla taimilla, mikä osoittanee kennopaperin puhkaisulujuuden olleen arinataimilla suurempi kennon alaosassa. Istutuskoe koski vain vuonna 1979 kasvatettuja taimia, jolloin kastelu oli sama kaikilla kasvatusalustoilla. Myös Scarrat (1972) totesi, että arinatason taimilla oli pohjasta kasvien aktiivisten juurenkärkien määrä taimitarhavaiheessa suurempi kuin maassa muoviarkin päällä kasvatetuilla taimilla. Ero tosin katosi 4 viikon kuluttua istutuksesta.

Istutuskokeessa oli pohjan kautta kasvaneita juuria arinataimilla eniten. Tämä tulos tukee käsitystä, että arinalla kasvatettu paperikennotaimi juurtuu nopeammin istutuksen jälkeen kuin maatasolla kasvatettu taimi. Samanlaisia kokemuksia on saatu seurattaessa syksyllä muovihuoneesta karaisukentälle nostettuja arina- ja maatasoon taimia. Arinatasokasvatus tuntuisikin soveltuvan nimenomaan syyskesällä istutettaville taimille, jolloin nopea juurtuminen on routavaurioiden ehkäisemiseksi erittäin tärkeitä. Mikäli taimia ei istuteta syksyllä, on ne laskettava arinalta maahan talvehtimaan, koska taimien juuret saattavat paleltua tai taimet menehtyä kevätahavaan ja kuivuuteen mikäli taimiarkit ovat maanpinnasta koholla tai ne muuten jäävät talveksi ilman lumisuojaa (Lindström 1981, Huurinainen 1980, 1983).

Istutuskokeessa ei taimien kehittymisessä eri kasvatusalustojen taimien välillä todettu kolmen vuoden kuluttua istutuksesta merkittävää eroa. Pituuskehityksessäkin ilmenneet erot olivat tasaantumassa. Samanlaiseen tulokseen ovat päätyneet Scarrat (1972) sekä Lindström ja Hulten (1978). Viimemainittujen tutkimuksessa tosin arinatason sekä juuret leikattujen (useita kertoja arkkeja siirtämällä) taimien todettiin kestäneen paremmin hallavaurioita kuin hiekka-alus-

talla ilman siirtelyä kasvatettujen taimien.

Edelleen avoimeksi kysymykseksi jää haittaavatko kennon sisälle kiertyneet juuret taimien myöhempää kehitystä. Tällaisia juuria oli eniten arinatason taimilla. Arinakasvatuksen onkin katsottu soveltuvan paremmin paakkutyypeille, joilla ei ole erillistä seinämää, vaan paakusta ulospyrkivät juuret pysähtyvät paakun reunaan esim. paakkujen välillä olevan tyhjän ilmatilan vaikutuksesta (esim. Örlander ja Gemmel 1979).

7. KIRJALLISUUS

ASPLUND, K. & ANTTILA, T. 1975. Kokemuksia bitumisorapohjaisten muovihuoneitten käytöstä Imarin taimitarhalla. Konekirjoite. 4s. Lännen tehtaat Paperpot-kansio

BARNETT, J. & MCGILVRAY, J. 1974. Copper screen controls root growth and increases survival of containerized southern pine seedlings. Tree Planters' Notes 25(2):11-12.

BURDETT, A. 1978. Control of root morphogenesis for improved mechanical stability in container-grown lodgepole pine. Can.J.For.Res. 8:483-486.

ELO, K. 1978. Erilaisten kasvatusalustojen ja juurten leikkauksen vaikutus Paperpot-taimien juuriston muodostumiseen taimikasvatuksen aikana. Laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 36 s.

ERIKSSON, K.-G. 1973. Försök med odling av gran på nätbänk. Sveriges skogstyrelsen. Meddelande från Skogsbyråer. Plantskolor. S-information Nr 97:1-2.

GRAUERS, O. 1981. Bevattning vid upphöjd odling. Examensarbete i ämnet skogsskötsel. Sveriges lantbruksuniversitet. 38 s.

HUURINAINEN, S. 1980. Männyn kennotaimien kasvattaminen erilaisilla kasvatusalustoilla. Luk-työ. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. 50 s.

HUURINAINEN, S. 1983. Kasvatusalustan vaikutus männyn paperikennotaimien kasvuun taimitarhassa ja

- maastossa. Pro gradu-työ. Oulun yliopiston kasvitieteen laitos. 93 s.
- KOISTINEN, E. 1978. Tutkimuksia paakkutaimien kasvatuksesta. Pro gradu-työ. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 101 s.
- Kylvetyn kennomännyn kasvatusohjeet. 1978. Taimi-Tapion tiedote 11/82. Taimi-Tapion kasvatusohjeistokansio 23.2.1982. 7 s.
- LINDSTRÖM, A. 1981. Vinterlagring av plantor på upphöjt underlag - ett biologiskt vågspel? Skogshögsk. Plantnytt 5. 4 s.
- LINDSTRÖM, A. & HULTEN, H. 1978. Plantodling på upphöjt underlag och rotutveckling. Summary: Air pruning and root development. Skogshögsk. Instn. Skogsförnygr. Rapp. Uppsats. 94:1-88.
- LÄHDE, E. & KINNUNEN, K. 1974. Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Folia For. 197:1-19.
- ODIN, H. 1976. Skogsmeteorologiska faktorers förändring med kalhuggning. Del I. Vinden och avdunstningen. Biometeorologisk introduktion. Skogshögsk. Instn. Skogsförnygr. Rapp. Uppsats. 73:1-237.
- SCARRAT, J. 1972. Air space controls root extension from open-ended containers during seedling production. The Forestry Chronicle 48(5):242-245.
- Taimitarhapäivät Rovaniemellä 18.-19.4.1979. Muistio. 7 s. (Laatinut Tuula Anttila).
- WESTON, G., CARLSON, L. & WAMBOLD, E. 1980. The effect of growth retardants and inhibitors on container-grown *Pinus contorta* and *Picea glauca*. Can.J.For.Res. 10(4):510-516.
- ÖRLANDER, G. & GEMMEL, P. 1979. Luftbeskränning av plantrötter. Ett plantodlingssystem för plantor odlade i mineralull. Sveriges lantbruksuniversitetet. Inst. Skogskötsel. Interna rapporter 1:1-11.

Liite 1. Arina- ja maatason minimi- ja maksimilämpötilojen kuukausittaiset keskiarvot koehuoneessa.

Vuosi/ kuukausi	Lämpötila				Haihdunta		
	Arinataso		Maataso		Arina	Maa	
	min	max	min	max	päällä	alla	
	°C				ml/vrk (Piche)		
1979 kesä	9,3	33,9	7,9	34,8	1,1	1,2	1,1
heinä	12,9	34,0	11,2	35,8	1,6	1,0	1,5
elo	12,1	33,0	10,6	34,1	1,8	1,0	1,6
Keskim.	11,4	33,6	9,9	34,9	1,5	1,1	1,4
1980 kesä	11,2	27,5	11,2	27,7	1,3	0,6	1,5
heinä	12,2	26,0	11,0	26,5	1,9	2,2	2,1
elo	12,3	27,0	11,7	25,1	*)	1,6	1,9
Keskim.	11,9	26,8	11,3	26,4	1,6	1,4	1,8

*) toimintahäiriö evaporimetrissa

Liite 2. Vuosien 1980 ja 1981 näytetaimien kennojen turpeen maa-analyysitulokset (näytteenottoajat 8.10.1980 ja 14.9.1981).

Kasvatus alusta- käsit- tely	pH	Liu- Help- koi- po- nen liuk.			Vaihtuva			Happo- liukoi- nen		Vesi- liukoi- nen	
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	B
mg/l											
1980											
Hiekka	5,3	53	18	335	1425	655	11	1,9	13	23	0,5
Terram	5,8	42	27	375	1600	780	14	0,9	14	15	0,7
Fibertex	5,7	28	22	365	1425	775	6	1,0	14	16	0,4
Arina	5,5	35	22	325	1300	650	9	0,7	9	14	0,5
1981											
Terram	5,5	11	19	260	1125	505	16	-	9	-	0,4
Arina	5,4	11	19	245	1000	425	15	-	8	-	0,5

Liite 3. Taimien versojen ravinnepitoisuudet eri kasvatusalustoilla koevuosittain.

Vuosi kasvatus- alusta	N %	P	K g/kg	Ca	Mg	Mn	B mg/kg	Cu	Fe	Zn

1979										
Hiekka	3,1	2,8	9,6	1,4	1,4	250	43	1,3	123	74
Terram	3,0	2,9	9,5	1,3	1,6	330	34	1,1	174	100
Fibertex	3,0	2,9	9,2	1,2	1,5	352	20	2,2	170	99
Arina	2,8	3,2	8,5	1,3	1,6	260	33	1,5	119	98

1980										
Hiekka	2,2	2,3	10,4	2,1	1,7	479	27	12,6	119	133
Terram	2,1	2,4	10,5	2,1	1,9	438	30	10,8	98	124
Fibertex	2,5	2,8	10,9	2,2	1,9	644	29	9,4	101	138
Arina	2,4	2,8	11,0	1,8	1,9	481	31	12,6	92	136

1981										
Terram	1,8	2,3	9,8							
Arina	1,7	2,5	9,3							

1982										
Terram	}	1,9	2,6	13,7						
Arina										

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista kouluttujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyiltä opintomatkalta 14.6-1.7. 1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo: Metsäpuiden taimien tuottaminen, Pekka Rossi: Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
- "Metsänviljelyn koegaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Rossi Pekka. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviljelmillä. 1982.

Metsäntutkimuslaitos
 Suonenjoen tutkimusasema
 77600 SUONENJOKI
 Puh. 979-11741