

Syyskoulinnan ajankohdan vaikutus männyn taimien kuiva-ainepitoisuuteen, neulasten pitolujuuteen ja juurten uudistumiskykyyn

Raija-Liisa Petäistö

ABSTRACT: THE INFLUENCE OF AUTUMN TRANSPLANTING DATE ON THE DRY MATTER CONTENT, NEEDLE RETENTION VALUES AND ROOT REGENERATION OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) SEEDLINGS

Petäistö, R.-L. 1989. Syyskoulinnan ajankohdan vaikutus männyn taimien kuiva-ainepitoisuuteen, neulasten pitolujuuteen ja juurten uudistumiskykyyn. Abstract: The influence of autumn transplanting date on the dry matter content, needle retention values and root regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Silva Fennica* 23(3): 225-232.

Kokeet toteutettiin vuosina 1982-1985 Suonenjoen taimitarhalla. Kokeissa oli neljästä viiteen koulinta-aikaa elokuun alusta syyskuun loppuun. Tutkittavina olivat verson ja juuriston kuiva-ainepitoisuus, neulasten pitolujuus ja juuriston uudistumiskyky. Neulasten pitolujuuden kehitystä syksyllä tutkittiin 1982 Suonenjoen, Rantasalmen, Mäntyharjun ja Taavetin taimitarhoilla.

Juurten uudistumiskyky oli sitä huonompi, mitä myöhemmin syksyllä koulinta tapahtui. Kuiva-ainepitoisuus oli yleensä alhaisin myöhään syksyllä koulituilla taimilla, ja osaltaan myös heinä-elokuun vaihteessa koulituilla taimilla. Neulasten pitolujuus kasvoi syksyn kuluessa, luonnontaimissa aikaisemmin kuin taimitarhan taimissa. Varhaiset syyskoulinnat häiritsivät pitolujuuden kehitystä. Pitolujuus oli voimakkain myöhään syksyllä koulituissa taimissa.

The experiments were performed in 1982-1985 at the forest tree nursery in Suonenjoki, Central Finland. There were four to five transplanting dates ranging from the beginning of August to the end of September. The dry matter content, root regeneration and needle retention value were examined. The development of the needle retention value in autumn was followed in four nurseries at Suonenjoki, Rantasalmi, Mäntyharju and Taavetti in 1982.

Root regeneration was usually the worse, the later the seedlings were transplanted in the autumn. The dry matter content was generally lowest in the seedlings transplanted later in the autumn, and also to some extent in the seedlings transplanted at the beginning of August. The needle retention value increased as autumn advanced. Early transplanting in autumn had an adverse effect on the development of needle retention, and the values were highest in the seedlings transplanted later in the autumn.

Keywords: nurseries, transplanting, dry matter content, root growth, *Pinus sylvestris*.

ODC 232.234+174.7+16+181.5

Author's address: Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

Accepted July 17, 1989

1. Johdanto

Koulinnan tarkoituksena on taimen juuriston tuheuttaminen ja tasapainoinen juuri/verso-suhde. Näin saadaan metsittämis-kelpoisempia taimia. Vuonna 1987 metsänviljelyyn luovutetuista männyn taimista 29 % oli koulittuja (Metsätilastollinen vuosikirja 1987). Huomattava osa koulunnasta tehdään syyskesällä, jotta taimitarhojen kevään työruuhka helpottuisi (Niemi ja Tavaija 1987). Koulittujen taimien osuus metsänviljelyssä on vähentynyt paakkutaimien lisääntyessä.

Koulinta aiheuttaa taimille kuivuusstressiä, jonka vaikutus voi kestää pitkään, kuu-kausia ja jopa vuosia (Parviainen ja Konttinen 1978, Sands 1984, Kozłowski 1985). Kuivuusstressi aiheutuu juurten katkeilemisesta ja veden liikettä hidastavasta ilmatilasta, joka jää juurten ja maapartikkeleiden väliin (Sands 1984). Lisäksi juuret voivat olla alttiina kuivumiselle taimien noston ja koulimisen välisenä aikana. Kuivuusstressi saattaa toisaalta lisätä taimien kylmänkestävyyttä (mm. Chen ja Li 1978). Koulintaan osaltaan rinnastettavissa olevat istutus ja juurten leikkaaminen alentavat voimakkaasti fotosynteesiä (Hallman ym. 1978, Parviainen 1980, Stupendick ja Shepherd 1979).

Heikinheimo (1940) päätyi suosittamaan heinä-elokuun vaihdetta, juurten toisen kasvuhuipun alkua männyn syyskoulinta-ajaksi. Parviainen ja Konttinen (1978)

havaittivat kokeessaan vuodelta 1976, että elokuun ja syyskuun alun (lämpösummat 662–928 d.d.) aikana koulitut taimet kestivät paremmin istutusta edeltäneen rasisutuskäsittelyn kuin heinäkuun lopussa (lämpösumma 513 d.d.) ja myöhemmin syyskuussa koulitut taimet.

Taimien yleiskunnolla ja talveentumisella on vaikutusta mm. niiden versosyöpä-alttiuteen (Nevalainen ja Uotila 1984, Petäistö ja Repo 1986). Neulasten pitolujuutta on pidetty talveentumisen kuvaajana. Pitolujuus lisääntyy syksyllä aiemmin pohjoisilla mäntyklooneilla kuin eteläisillä (Rummukainen 1982). Taimien kuiva-ainepitoisuus on korreloinut positiivisesti versosyöpäkestävyyteen (Dietrichson 1968). Syyskoulinnan ajankohdalla on tutkimuksen ja käytännön kokemusten perusteella vaikutus männyn taimien koulinnan jälkeiseen menestymiseen. Tässä työssä tutkittiin syyskoulinnan vaikutusta taimien kuiva-ainepitoisuuteen ja neulasten pitolujuuteen. Lisäksi kokeessa tutkittiin juuriston uudistumiskykyä.

Parhaat kiitokset kaikille, jotka ovat mahdollistaneet työn suorituksen. Erityisesti kiitokset laboranteille Sirpa Kuokkaselle ja Tarja Ristilälle. Kiitokset käsikirjoituksen lukijoille Lalli Laineelle, Risto Rikalalle ja Pasi Puttoselle hyödyllisistä kommentteista sekä Risto Häkille neuvoista aineiston käsittelyssä.

2. Aineisto ja menetelmät

Koulintaa käsittelevä aineisto koostuu Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla (62° 38' P, 27° 05' I) tehdyistä koulintakokeista vuosilta 1982–1985. Koulintamateriaalin (mänty 2A) alkuperä oli ensimmäisessä ja toisessa kokeessa (1982–1983) Pohjois-Savo (Karttula, karistamotunnus T10-78-20) ja kolmannessa ja neljännessä (1984–1985) (Suonenjoki, karistamotunnus T10-81-19).

Lämpösummat olivat taimitarhalla 1982 ja 1985 alhaisemmat kuin 1983 ja 1984 (taulukko 1). Sademäärä oli pienin, 370 mm, vuonna 1982. Vuosina 1983, 1984 ja 1985 sademäärät olivat 535 mm, 493 ja 439 mm. Lisäksi suoritettiin koulinta-aloilla normaali kastelu.

Taimet koulittiin Accord-koulintakoneella taimitarhapenkkiin. Riviväli oli 22 cm (6 riviä) ja taimiväli n. 5 cm. Koulinta-

Taulukko 1. Kokeissa 1982–1985 olleet koulinta-ajat ja niiden lämpösummat ja kasvukausien kokonaislämpösummat.

Table 1. Transplanting dates, the corresponding temperature sums and the total temperature sums of the growing seasons in the experiments 1982–1985.

Vuosi	Koulinta-aika	Lämpösumma	Kasvukauden kokonaislämpösumma
Year	Transplanting date	Temperature sum d.d.	Total temperature sum of growing season, d.d.
1982	23.07.	555	1084
	05.08.	712	
	18.08.	845	
	01.09.	955	
	14.09.	999	
1983	08.08.	948	1294
	24.08.	1080	
	09.09.	1182	
	26.09.	1276	
1984	08.08.	984	1296
	24.08.	1106	
	07.09.	1159	
	21.09.	1225	
1985	06.08.	753	1197
	11.08.	822	
	16.08.	877	
	21.08.	934	

ajat (kussakin kokeessa 4, paitsi 1982 kokeessa 5) olivat heinäkuun lopun ja syyskuun lopun välillä (taulukko 1). Viimeisessä kokeessa koulinnat tehtiin elokuun aikana (taulukko 1). Kunakin vuonna koulinta-ajoilla oli 4 toistoa.

Taimien viimeisen vuosikasvaimen yläosan neulasten pitolujuus mitattiin jokaisen koulinta-ajan kustakin toistosta lokakuussa vuosina 1982, 1983 ja 1984 10 taimesta/toisto ja vuonna 1985 15 taimesta/toisto. Pitolujuus mitattiin Rummukaisen (1982) kuvaamalla tavalla. Samoin kustakin ruudusta määritettiin taimien juurten, neulasten ja rangan kuiva-ainepitoisuus satunnaisesti valituista terveistä 15 taimesta.

Kokeet lopetettiin koulintaa seuraavan vuoden touko-kesäkuussa. Lämpösumma oli tässä vaiheessa 49–128 d.d. Tällöin taimista mitattiin neulasten pitolujuus samoin kuin syksyllä.

Vuosien 1983, 1984 ja 1985 kokeissa arvioitiin juurten kasvu kokeiden lopussa. Tässä työssä käsitellään keväällä terveistä taimista (758 kpl kokeessa 1983, 622 kpl 1984 ja 276 kpl 1985) saadut tulokset (keväällä osa taimista oli sairaita tai huonokuntoisia). Terveiksi määritettiin taimet, joissa ei ollut merkkiä sairaudesta ja neulasten väri oli normaali. Vuoden 1985 tarkastus suoritettiin myös koulintasyksynä lokakuun lopussa 15 taimesta/toisto. Luokituksessa otettiin kriteeriksi vaaleitten juurenkärkien esiintyminen ja pituus. Juurten uudistumiskykyluokkia oli kolme:

1. runsas
2. niukka
3. ei lainkaan

Juurten uudistumiskyky oli runsas, jos taimessa oli neljä tai useampia määrätyn mitan täyttäviä vaaleita juurenkärkiä. Luo-

kituksen juurenkärkien mitta vaihteli kokeitten välillä (lämpösumat eivät olleet täysin samat kokeen purkamisvaiheessa eri vuosina). Uudistumiskyky luokiteltiin niukaksi, jos juurenkärjet olivat lyhyempiä tai mitan täyttäviä vaaleita kärkiä ei ollut neljää kappaletta. Kolmannessa luokassa vaaleita juurenkärkiä ei ollut lainkaan.

Syksyllä 1982 seurattiin edellisenä vuonna koulittujen männyn (1M+1A tai 2A+1A) taimien neulasten pitolujuuden (Rumukainen 1982) kehittymistä neljällä taimitarhalla: Suonenjoella, Mäntyharjulla (26° 59' I, 61° 30' P), Rantasalmella (28° 17' I, 62° 05' P) ja Taavetissa (27° 17' I, 60° 54' P). Jokaiselta taimitarhalla mitattiin

elokuun ja syyskuun alussa ja lopussa sekä lokakuun alussa samoista 20 taimesta viimeisen kasvaimen yläosasta neulasten pitolujuus. Taimet olivat paikallista alkuperää ja koulittu edellisenä vuotena. Pitolujuudet mitattiin samoin jokaisen taimitarhan lähimetsiköstä kymmenestä lähinnä taimitarhataimien kokoa olevasta luonnontaimesta. Koska vain Suonenjoen taimitarhalla oli saatavissa lämpösunnan laskentaan tarvittavat tiedot, pitolujuuden kehitys jouduttiin kuvaamaan ajan suhteen.

Tulosten laskennassa käytettiin loglineaarista menetelmää, varianssianalyysiä sekä t-testiä (BMDP-ohjelmisto, Dixon ym. 1985).

3. Tulokset

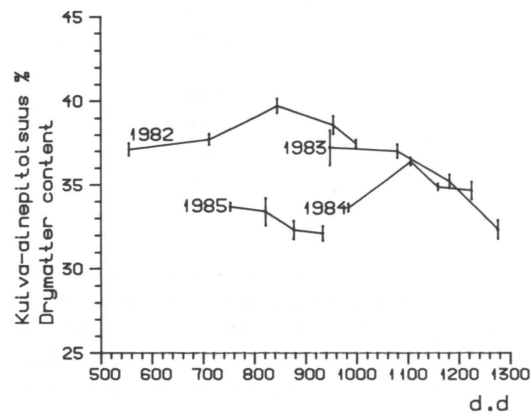
31. Kuiva-ainepitoisuus

Kokeessa 1982 rangan kuiva-ainepitoisuus oli pienin myöhäisimmän koulituissa taimissa ja neulasten myöhäisimmän ja varhaisimmän koulituissa taimissa. Juurten kuiva-ainepitoisuudet olivat pienimmät varhaisimmän koulituissa taimissa (kuvat 1 ja 2).

Kokeessa 1983 kuiva-ainepitoisuudet erosivat kokonaisuutena koulinta-ajoittain, mutta myös toistoittain. Koulinta-ajoittain neulasten ja rangan kuiva-ainepitoisuus oli pienin myöhäisimmän koulituissa taimissa. Juurten kuiva-ainepitoisuus erosi vain kolmannen ja ensimmäisen koulinta-ajan välillä. Juurten kuiva-ainepitoisuus oli pienin kolmannessa koulinta-ajassa (kuvat 1 ja 2).

Myös kokeessa 1984 kuiva-ainepitoisuudet erosivat kokonaisuutena sekä koulinta-ajoittain että toistoittain. Neulasten kuiva-ainepitoisuus oli pienin varhaisimmän koulituissa taimissa. Juurten kuiva-ainepitoisuus oli pienin viimeisessä koulinta-ajassa verrattuna toiseen ja kolmanteen koulinta-aikaan, rangan kuiva-ainepitoisuus oli pienempi ensimmäisessä verrattuna toiseen ja kolmanteen koulinta-aikaan.

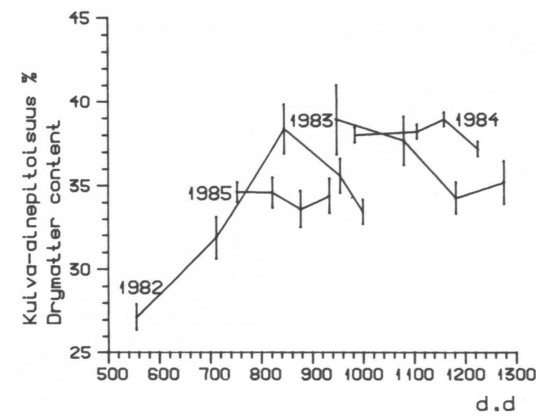
1985 kokeessa eri aikana koulittujen taimien rangan kuiva-ainepitoisuus oli suu-



Kuva 1. Eri koulinta-aikojen (kuvassa vastaavat lämpösumat) taimien neulasten kuiva-ainepitoisuus koulintasyksynä kokeissa 1982-1985. Pystysuorat janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

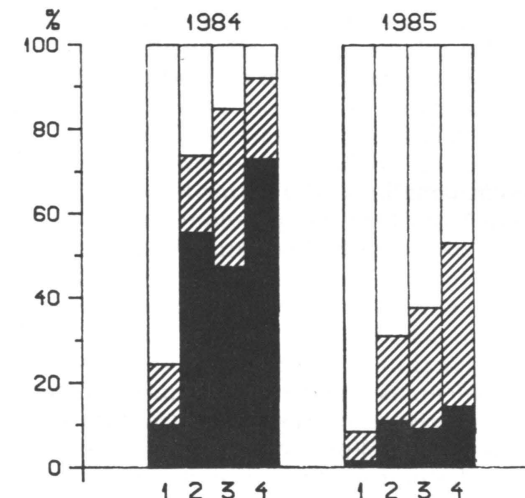
Figure 1. The dry matter content of the needles of seedlings transplanted at different dates (in fig. the corresponding temperature sums) in the experiments 1982-1985. Vertical bars indicate standard error of the mean.

rin elokuun alkupuolella koulituissa taimissa. Vastaavasti ensimmäisen koulinnan taimilla (753 d.d.) neulasten kuiva-ainepitoisuus oli suurin (kuvat 1 ja 2). Juurten kuiva-ainepitoisuuksissa ei ollut eroa kou-



Kuva 2. Eri koulinta-aikojen (kuvassa vastaavat lämpösumat) taimien juurten kuiva-ainepitoisuus koulintasyksynä kokeissa 1982-1985. Pystysuorat janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

Figure 2. The dry matter content of the roots of seedlings transplanted at the different dates (in fig. the corresponding temperature sums) in the experiments 1982-1985. Vertical bars indicate standard error of the mean.



Kuva 3. Eri aikana (4 ajankohtaa) koulittujen taimien juurten uudistumiskykyluokkien osuudet koulintaa seuraavana keväänä kokeissa 1984 ja 1985. Uudistumiskyky runsas (□), niukka (▨), ei lainkaan (■).

Figure 3. The proportions of root regeneration classes in the spring after autumn transplantation (4 different dates) in the experiments 1984 and 1985. Root regeneration good (□), bad (▨) and 'not at all' (■).

linta-aikojen välillä. 1985 kokeessa ei ollut syyskuussa koulintoja kuten kokeissa 1982-1984.

Yhteenvedon voidaan sanoa, että sekä varhaisimmat että myöhäisimmät koulinnat johtivat taimien alhaiseen kuiva-ainepitoisuuteen.

32. Juuriston uudistumiskyky

Vuoden 1983 kokeessa kaikkien taimien juuristossa havaittiin juurien kasvua keväällä. Koulinta-ajoilla ei ollut vaikutusta juurten kasvuun.

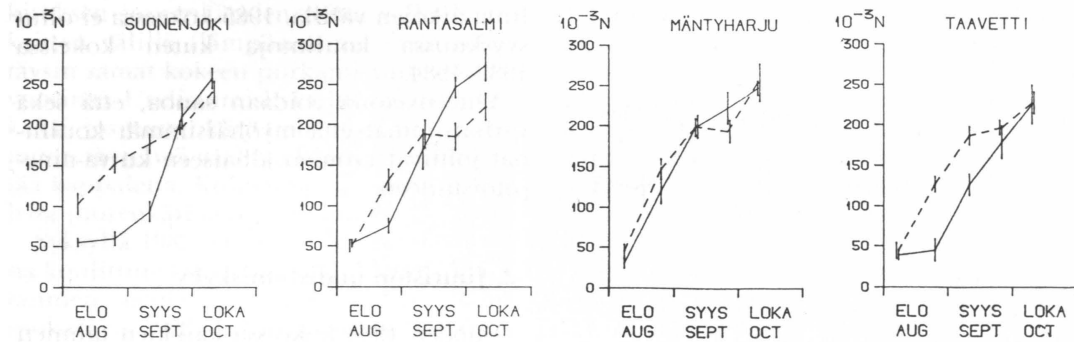
Muissa kokeissa, 1984 ja 1985, juurten uudistumiskyky heikentyi mitä myöhäisempi koulinta-aika oli kyseessä taimissa (kuva 3).

Kokeessa 1985 juurten uudistumiskykyluokitus tehtiin myös koulintasyksynä. Juurten kunto oli sitä heikompi, mitä myöhäisempi oli koulinta-aika.

33. Neulasten pitolujuus

Taimien neulasten pitolujuuden kehitystä seurattaessa syksyllä 1982 arvot erosivat mittausajankohtien välillä sekä taimitarha- että luonnontaimissa. Neulasten pitolujuus voimistui syksyn edetessä (kuva 4). Luonnontaimissa pitolujuus kasvoi voimakkaasti jo elokuun alkupuolella, taimitarhataimissa lähinnä elo-syyskuun vaihteessa. Mäntyharjulla pitolujuuden voimistuminen oli myös taimitarhataimissa voimakasta elokuussa.

Vuosien 1982, 1983 ja 1984 koulintakokeissa Suonenjoen taimitarhalla neulasten pitolujuudet olivat syksyllä pienimmät varhaisimpien koulinta-aikojen taimissa (kuva 5). Keväällä mitatut neulasten pitolujuudet noudattivat 1982 ja 1983 kokeissa samaa järjestystä koulinta-aikojen suhteen kuin edeltäneenä syksynä. Kokeessa 1984 pitolujuudet olivat keväällä syyskuun alun (1159 d.d.) koulinnassa suurimmat verrattuna muihin koulinta-aikoihin. Kokeessa 1985 sekä syksyllä että keväällä pienimmät arvot olivat elokuun loppupuolella (kuva 5). Syksyllä pitolujuudet erosivat enemmän toistojen suhteen kuin koulinta-aikojen välillä, keväällä erot olivat yhtä suuret.



Kuva 4. Neulasten pitolajuuden ($10^{-3}N$) kehitys luonnontaimissa (---) ja taimitarhataimissa (—) Suonenjoella, Rantasalmella, Mäntyharjulla ja Taavetissa elo-, syys- ja lokakuussa vuonna 1982. Pystysuorat janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

Figure 4. The development of needle retention values ($10^{-3}N$) in natural (---) and nursery (—) pine seedlings at Suonenjoki, Rantasalmi, Mäntyharju and Taavetti during August, September and October 1982. Vertical bars indicate standard error of the mean.

4. Tulosten tarkastelu

Juurten kasvu yli vuoden ikäisillä männyin taimilla alkaa voimakkaana keväällä. Juurten kasvu hidastuu taimen pituuskasvun ollessa voimakas ja voimistuu uudelleen loppukesällä pituuskasvun vähentyessä ja loppuessa (Heikinheimo 1940, Leikola ja Raulo 1973, Parviainen 1980, Mattsson 1986). Juurten kasvuun vaikuttaa lisäksi oleellisesti maan lämpötila (Andersen ym. 1986, Nambiar ym. 1979). Männyin taimien kuiva-ainepitoisuus kasvaa syksyn kuluessa (Langlet 1936, Jonsson ym. 1981, Toivonen 1988). Kuiva-ainepitoisuuden kasvua on käytetty yhtenä talventumisen mittana (Rossvall-Åhnebrink 1977, 1980).

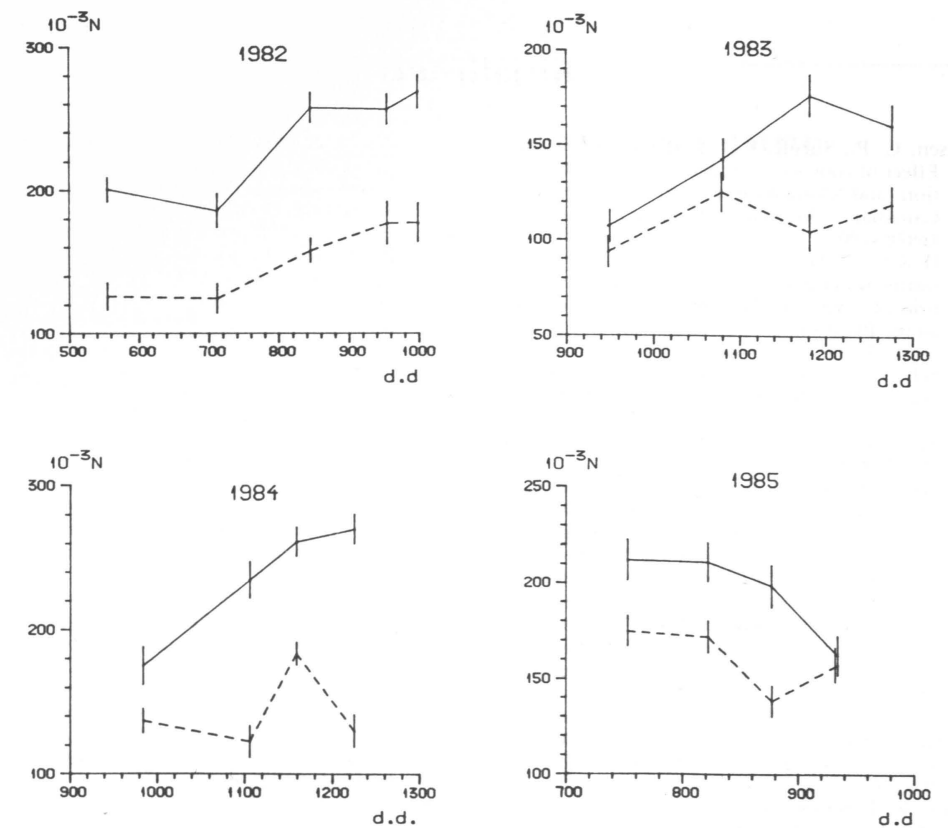
Tässä tutkimuksessa taimien juurten, rangan ja neulasten kuiva-ainepitoisuudet olivat yleensä sitä pienemmät mitä myöhäisempi oli koulinta-aika. Mutta osaltaan myös varhaisimmissa koulinta-ajoissa. Juurten kasvurytmistä ja maan lämpötilasta johtuen taimien juurtuminen myöhäisemmissä koulintoissa on heikkoa ja juurten fysiologisen tilan heikentyminen on todennäköistä. Tämä näkyy vielä keväällä huonona juurten kasvuna.

Juurten fysiologisen tilan alkavalla huonontumisella on todennäköisesti yhteyttä taimien kuiva-ainepitoisuuden alhaisuuteen, yhteys tulisi kuitenkin tarkistaa koekäytännössä. Vuoden 1982 kokeessa ei tarkas-

tettu juurten kasvua, mutta juurten kuiva-ainepitoisuus oli pienin varhaisimmissa koulinta-ajassa. Syynä on ilmeisesti viileä kesä ja varhainen koulinta-aika, minkä vuoksi juurten toinen kasvuvaihe ei ollut päässyt voimakkaaseen nousuun koulinta-ajankohtana. Tämä on voinut aiheuttaa juurten fysiologisen tilan heikentymistä.

Syksyllä neulasten pitolajuus voimistui hyvin samalla tavalla kolmella neljästä taimitarhasta 1982 (lämpösomma oli 80–95 % pitkäaikaisesta keskiarvosta, Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1982). Pitolajuuden kehittyminen oli samansuuntainen Rummukaisen (1982) tulosten kanssa. Taimitarhataimissa neulasten pitolajuus kohoisi olennaisesti elo- ja syyskuun vaihteessa, luonnontaimissa ja yhden taimitarhan taimissa jo elokuun aikana. Taimitarhataimien lannoituksella voi osaltaan olla vaikutusta pitolajuuden kehitysrytmiin eroon taimitarhataimien ja luonnontaimien välillä (Rummukainen 1982), sillä puutumisen voi hidastua liian voimakkaan lannoituksen vuoksi. Puutuminen on yksi vaikuttava tekijä neulasten pitolajuuden voimistumiseen (Rummukainen 1982).

Koulintakokeissa aikaisimmin koulituissa taimissa pitolajuudet olivat pienemmät kuin myöhemmin koulituissa. Myöhäisissä koulintoissa pitolajuus oli kehittynyt häi-



Kuva 5. Neulasten pitolajuus ($10^{-3}N$) eri aikana (kuvassa vastaavat lämpösommat) koulituissa taimissa mitattuna syksyllä (—) ja seuraavana keväänä (---) Suonenjoen taimitarhalla. Kokeet 1982–1985. Pystysuorat janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

Figure 5. The needle retention values ($10^{-3}N$) of the seedlings transplanted at the different dates (in fig. the corresponding temperature sums) measured in the autumn (—) and in the following spring (---) at Suonenjoki nursery. The experiments 1982–1985. Vertical bars indicate standard error of the mean.

riintymättä ennen koulintaa. Kokeessa 1985 pitolajuudet olivat pienemmät elokuun lopun kuin alun koulintoissa. Todennäköinen syy oli elokuun lopussa koulittujen taimien juurten huono fysiologinen tila. Vuoden 1985 kokeessa ei ollut syyskuussa tehtyjä koulintoja.

Tulokset koulinta-ajankohdan vaikutuksesta juurten kasvuun ja taimien kuiva-ainepitoisuuteen puoltavat koulinnan suorittamista elokuun alkupuolella ja välttämään myöhäisempää koulintaa. Tulisi myös välttää liian aikaista heinä-elokuun vaihteessa tapahtuvaa koulintaa, jolloin juurten toinen kasvuvaihe ei vielä ole voi-

makkaasti käynnissä. Kun taimien syksyn kuiva-ainepitoisuudella on todennäköisesti merkitystä versosyvän kestävyteen (Dietrichson), elokuun alkupuolen koulinnat ovat myös versosyvän ehkäisemiseksi suositeltavia. Neulasten pitolajuus oli kuitenkin suurempi myöhäisimmissä koulintoissa. Koska luonnontaimissa neulasten pitolajuus kasvoi aikaisemmin kuin taimitarhataimissa, voisi mahdollisesti esim. lannoituskäytäntöä taimitarhoilla tarkistamalla lisätä neulasten pitolajuutta myös varhaisemmissa koulinta-ajoissa. Luonnollisesti mm. sääolosuhteet vaikuttavat eri vuosien erilaiseen koulintatulokseen.

Kirjallisuus

- Andersen, C. P., Sucoff, E. I. & Dixon, R. K. 1986. Effect of root zone temperature on root initiation and elongation in red pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 16:696-700.
- Chen, H. & Li, P. H. 1978. Interaction of low temperature, water stress, and short days in the induction of stem frost hardiness in red osier dogwood. *Plant Physiology* 62:833-835.
- Dietrichson, J. 1968. Provenance and resistance to *Scleroderris lagerbergii* Gremmen (*Grumenula abietina* Lagerb.). The international Scots pine provenance experiment of 1938 at Matrant. *Meddelelser fra det Norske Skogforsokksvesen* 92:395-409.
- Dixon, W. J., Brown, M. B., Engelman, L., Frane, J. W., Jennirich, R. I. & Toporek, J. D. 1985. *BMDP Statistical Software 1985 Printing*. 733 s.
- Hallman, E., Hari, P., Räsänen, P. K. & Smolander, H. 1978. Effect of planting shock on the transpiration, photosynthesis and height increment of Scots pine seedlings. *Seloste: Istitutshokin vaikutus männyntaimien transpiraatioon, fotosynteesiin ja pituuskasvuun*. *Acta Forestalia Fennica* 161. 26 s.
- Heikinheimo, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatustaimitarhassa. Referat: Versuche in Baumschulen. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 29(1). 97 s.
- Jonsson, A., Eriksson, G., Dormling, I. & Ifver, J. 1981. Studies on frost hardiness of *Pinus contorta* Dougl. seedlings grown in climate chamber. *Sammanfattning: Studier över frosthårdighet hos fröplantor av Pinus contorta* Dougl. odlade i klimatkammare. *Studia Forestalia Suecica* 157. 47 s.
- Kozlowski, T. T. 1985. Tree growth in response to environmental stresses. *Journal of Arboriculture* 11 (4): 97-111.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon, Yhteenveito 1982. Vuosikerta 76. Ilmatieteen laitos.
- Langlet, O. 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimat. *Zusammenfassung: Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima*. *Meddelelser fran Statens Skogsforsoksanstalt* 29:219-470.
- Leikola, M. & Raulo, J. 1973. Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. *Summary: Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period*. *Folia Forestalia* 178. 19 s.
- Mattsson, A. 1986. Seasonal variation in root growth capacity during cultivation of container grown *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(4): 473-482.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1987. *Yearbook of Forest Statistics*. *Folia Forestalia* 715. 245 s.
- Nambiar, E. K. S., Bowen, G. D. & Sands, R. 1979. Root regeneration and plant water status of *Pinus radiata* D. Don seedlings transplanted to different soil temperature. *Journal of Experimental Botany* 30 (119): 1119-1131.
- Nevalainen, S. & Uotila, A. 1984. The susceptibility of Scots pine to *Gremmeniella abietina*. *Växtskyddsnotiser* 48:76-80.
- Nieminen, K. & Tavaiila, J. 1987. Metsäpuiden taimien kasvatustaimitarhassa. *Kirjayhtymä, Helsinki*. 88 s.
- Parviainen, J. 1980. Juurten leikkaaminen männyn paljasjuuristen taimien kasvatustaimitarhassa. *Zusammenfassung: Wurzelschnitt als Ansuchtsmethode bei Wurzelnackten Kiefern-pflanzen*. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 98(2). 131 s.
- & Kontinen, K. 1978. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. *Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeeseman tiedonantoja* 25. 11 s.
- Petäistö, R.-L. & Repo, T. 1986. Stress combinations and the susceptibility of Scots pine to *Ascolyxa abietina*. *Proc. IUFRO Working Party S.2.06.02 Canker Diseases (Scleroderris) in Ljubljana, Sept. 1986*.
- Rossvall-Ähnebrink, G. 1977. *Artificiell invintring av skogsplantor i plastväxthus*. *Abstract: Artificial hardening of spruce and pine seedlings in plastic greenhouses*. *Experimentell genetikologi, Konf. Inst. för skogsgenetik, Skogshögskolan, Rapp. och Upps.* 27:153-161.
- 1980. Kan vi varaktigt förändra en plantas invintringsförlopp? *Summary: Is it possible to permanently change the hardening process for Norway spruce and Scots pine seedlings? Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1-2:170-178.
- Rummukainen, U. 1982. Die Haftfähigkeit von Kiefernadeln. *Allgemeine Forst Zeitschrift* 14:416, 418.
- Sands, R. 1984. Transplanting stress in radiata pine. *Australian Forest Research* 14 (1):67-72.
- Stupendick, J.-A. T. & Shepherd, K. R. 1979. Root regeneration of root-pruned *P. radiata* seedlings. II. Effects of root pruning on photosynthesis and translocation. *Proc. IUFRO-workshop "Techniques for Evaluating Planting Stock Quality"*. New Zealand, August 1979.
- Toivonen, A. 1988. Männyn yksivuotisten taimien talviväri. *Metsänhoitotieteen syventävien opintojen tutkielma*. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 55 s.

Total of 25 references