



Jari Hynynen



Anneli Viherä-Aarnio



Risto Kasanen

Jari Hynynen, Anneli Viherä-Aarnio ja Risto Kasanen

Nuorten haapaviljelmien alkukehitys

Hynynen, J., Viherä-Aarnio, A. & Kasanen, R. 2002. Nuorten haapaviljelmien alkukehitys. Metsätieteen aikakauskirja 2/2002: 89–98.

Tutkimuksessa tarkasteltiin nuorten haapaviljelmien alkukehitystä erilaisilla kasvupaikoilla ja erilaisissa kasvatustiheyksissä ja verrattiin hybridihaavan ja kotimaisen haavan kehitystä ja alttiutta mustaversotaudille istutusta seuranneiden 3–5 vuoden aikana.

Tutkimuksen aineiston muodostivat neljä vuosina 1997–99 perustettua kenttäkoetta, jotka sijaitsevat Lohjalla, Lapinjärvellä ja Pornaisissa. Kaksi viljelystä perustettiin metsämaalle (OMT) ja kaksi entiselle peltomaalle. Kokeissa vertailtiin neljää eri viljelytiheyttä (400, 800, 1 200 ja 1 600 tainta/ha), joita tutkittiin kolmella hybridihaapakloonilla sekä kotimaisen haavan siemensyntyisellä taimierällä.

Hybridihaapa osoittautui tavallista haapaa nopeakasvuiseksi. Pituuskasvu oli hybridihaavalla lähes 50 % nopeampi kuin haavalla. Kolmen kasvukauden jälkeen hybridihaavan taimet olivat keskimäärin n. 180 cm:n pituisia, kun haavat olivat vastaavasti kasvaneet n. 120 cm:n pituisiksi. Kasvutulokset ovat saman suuntaisia kuin onnistuneilta haapaviljelyksiltä aikaisemmin saadut tutkimustulokset. Yhdellä muokkaamattomalle pellolle perustetulla koealueella puuston alkukehitys oli poikkeuksellisen hidasta taimien ollessa vain noin metrin pituisia kolmen kasvukauden jälkeen.

Taimihuhoja esiintyi viljelyksillä vähän, koska viljelykset oli istutuksen yhteydessä suojattu nisäkästuhoja vastaan. Hybridihaavan taimet osoittautuivat elävyyden ja taimien elinvoimaisuuden osalta tavallista haapaa paremmiksi. Kuolleiden taimien osuus oli hybridihaavikossa keskimäärin 4,6 % ja haavikoissa vastaavasti 14,2 %.

Maastomittauksissa havaittiin mustaversotaudille tyypillisiä oireita; pieniä mustia lehtilaikkuja ja joitakin kuolleita versoja. Mustaverson oireiden esiintyminen vaihteli runsaasti koealueittain. Niitä todettiin merkitsevästi enemmän haavalla, keskimäärin 37 %:lla taimista, mutta hybridihaavallakin 13 %:lla taimista. Maastossa todetuista oireista huolimatta hybridihaavan lehdistä tai kuolleista versoista ei pystytty myöhemmin laboratoriossa eristämään mustaversotautia aiheuttavaa *Venturia tremulae* -sientä.

Asiasanat: haapa, hybridihaapa, mustaversotauti, *Populus tremula*, *Populus tremula* x *tremuloides*, *Venturia tremulae* var. *tremulae*, pituuskehitys, taimikkotuho

Yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa

Sähköposti: jari.hynynen@metla.fi

Hyväksytty 5.6.2002

I Johdanto

Puunjalostusteollisuudessa viimeisen kymmenen vuoden aikana tapahtunut kehitys on lisännyt haavan käyttöä. Haavan, ja erityisesti hybridihaavan, puuaineella on edullisia ominaisuuksia, joiden on todettu vastaavan hyvin paperiteollisuuden tarpeita, ja jotka ovat tehneet hybridihaavasta haluttua raaka-ainetta mekaanisen massan ja hienopaperin valmistukseen (Ranua 1996, 1999). Tällä hetkellä paperiteollisuuden vuotuinen haaparaaka-aineen tarve on jo lähes miljoona kuutiometriä (Metsämännut Oy 2001). Lisääntynyt käyttö on lisännyt kiinnostusta myös haavan viljelyyn. Vuonna 2001 haapaviljelyksille istutettiin yli 200 000 haavantainta (Holm 2001). Haapaa käyttävän teollisuuden tavoitteena on viljellä vuosittain miljoona hybridihaavan ja haavan tainta vuodesta 2000 eteenpäin, mikä vastaa noin 1 000 hehtaarin vuotuista viljelyalaa (Beuker 1998, Karlsson 1999, Holm 2001).

Hybridihaapa on kotimaisen haapamme (*Populus tremula* L.) ja amerikanhaavan (*Populus tremuloides* Michx.) välinen keinollisesti tuotettu lajiristeymä. Sen jalostus ja taimituotanto aloitettiin Ruotsinkylän jalostusasemalla keväällä 1950 (Hagman 1997). Kontrolloituista risteytyksistä saaduilla hybridihaavan siementaimilla perustettiin 1950–70-luvuilla satoja pienialaisia metsiköitä eri puolille Etelä- ja Keski-Suomea. Hybridihaavan todettiin olevan suotuisissa oloissa nopeakasvuinen, mutta toisaalta myös altis erilaisten kasvinsyöjänisäkkäiden, hirvien, jänisten ja myyrien tuhoille (Oskarsson 1962, Hagman 1971, 1997, Beuker ja Hagman 1989, Hynynen 1999, Viherä-Aarnio 1999). Tulitikkuteollisuus, joka oli tuona aikana tärkein haavan käyttäjä, pyrki edistämään haavan viljelyä turvatakseen järeän ja hyvälaatuisen haapatukin saannin. Tulitikkuteollisuuden vähitellen hiipuessa maastamme loppui myös haavan viljely (Hagman 1997) ollen pysähdyksissä parin vuosikymmenen ajan.

Viime vuosikymmenen puolivälin jälkeen uudelleen virinneen haavan viljelyn tavoitteena on kuitupuun tuottaminen suhteellisen lyhyellä, 20–25 vuoden kiertoajalla ja ilman harvennuksia (Karlsson 1999). Viljelyaineistona ovat mikrolisäystekniikalla tai juuripistokkaista tuotetut kloonitaimet, jotka on monistettu nopean kasvun ja hyvien paperiteknisten ominaisuuksien perusteella valituista kantayksilöistä

(Lepistö 1999). Kloonitaimien hinta on korkea, ja taimet on suojattava myyriä, sekä usein myös hirviä vastaan, mistä aiheutuvat kustannukset alentavat haavan kasvatuksen kannattavuutta merkittävästi (Holm 2000).

Haavan voimakkaan vesomiskyvyn ansiosta haavikot voidaan uudistaa juurivesoista. Kloonattuun viljelymateriaaliin perustuvan metsänkasvatuksen kannattavuuden edellytyksenä onkin se, että seuraava sukupolvi saadaan syntymään juurivesoista. Kasvatustiheyden, haapa-alkuperän ja muiden tekijöiden vaikutus vesottumiseen sekä ylipäättään vesasyntyisen haavikon kasvatuksen perusteet ovat kuitenkin puutteellisesti tunnettuja laajamittaista viljelyä ajatellen.

Paikoitellen mustaversotauti voi rajoittaa voimakkaasti haavanvesakon kasvua. Tautia aiheuttava sieni (*Venturia tremulae* var. *tremulae* Morelet) on erittäin yleinen maassamme (Kasanen ym. 2000). Tauti on helppo tunnistaa, sillä infektiota saanut kasvinosa värjäytyy nopeasti mustaksi; kuolleen haavanverson kärki mustuu ja käyristyy voimakkaasti ja lehtiin ilmaantuu mustia laikkuja. Haavanversoja ja -lehtiä infektoivat alkukesällä kotelopulloista levinneet koteloiot. Kuolleisiin versoihin ja lehtiin muodostuu myöhemmin kesällä suvuttomia kuromaitioita, jotka levittävät tautia edelleen lähioksiin ja -puihin.

Viljeltyjen haavikoiden kehityksen tutkimiseksi Metsäntutkimuslaitos perusti yhteistyössä Metsäliitto Oy:n kanssa hybridihaavan ja haavan kasvatustiheys- ja alkuperäkokeita eteläiseen Suomeen vuosina 1997–1999. Kokeilla tutkitaan neljää eri kasvatustiheyttä (400, 800, 1 200 ja 1 600 kpl/ha), joita toistetaan sekä eri hybridihaapaklooneilla että siemensyntyisellä haavalla (Hynynen 1999).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää edellä mainituilta kestokokeilta kerätyn mittaustulosten avulla nuorten haapaviljelmien alkukehitystä erilaisilla kasvupaikoilla ja erilaisilla istutustiheyksillä, verrata hybridihaapakloonien ja kotimaisen haavan kehitystä sekä selvittää haavan mustaversotaudin ja muiden mahdollisten tuhojen esiintymistä hybridihaavan ja haavan viljelytaimikoissa.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Kenttäkokeet

Tutkimuksen aineiston muodostivat neljä vuosina 1997–99 perustettua kenttäkoetta, jotka sijaitsevat Lohjalla (Lohjansaarella ja Kirkniemessä), Lapinjärvellä ja Pornaisissa (taulukko 1). Kokeissa verrattiin neljää eri viljelytiheyttä (400, 800, 1 200 ja 1 600 tainta/ha), jotka toistettiin eri haapa-alkuperillä.

Lohjansaaren kokeessa 1 vertailtavana oli kaksi hybridihaapakloonina (E 10467 ja E 10476) ja muissa kokeissa (2, 3 ja 4) yksi hybridihaapakloonina (E 10490) sekä kotimaisen haavan siemensyntyinen taimierä (taulukko 1). Hybridihaapakloonien kantayksilöt valittiin Metsäliitto Yhtymän lisäsohjelmaan Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsänjalostussäätiön perustamista varttuneista kenttäkokeista kasvun ja puuaineen ominaisuuksien perusteella (Lepistö 1999). Kotimaisen haavan siementaimierä oli peräisin kahden eteläsuomalaisen haapakantapuun välisestä kontrolloidusta risteytyksestä. Hybridihaapakloonien ja kotimaisen haavan alkuperätiedot käyvät ilmi taulukosta 2.

Kloonitaimet tuotettiin mikrolisäystekniikalla

(Salonen 1998, Yu ym. 2001a) Haapastensyrjässä, missä myös taimet kasvatettiin. Taimet kasvatettiin lannoitetulla turpeella paakkutaimina. Mikrolisäystekniikkaan liittyvän pitkän tuotantoajan ja eri aikaan tehtyjen koulintojen vuoksi (Lepistö 1999) taimien kasvatuksessa käytettiin kahta eri paakkutyyppeä: Tako913 (kennostossa 22 tainta, paakun halkaisija 9 cm, syvyys 12 cm ja tilavuus 580 cm³) ja Plantek25 (kennostossa 25 tainta, paakun pituus ja leveys 8 cm, syvyys 9 cm ja tilavuus 380 cm³). Eriaikaisista koulunnoista johtuen myös viljelyyn käytettyjen kloonitaimien pituus vaihteli n. 0,5–1,0 metrin välillä. Lisäksi haavan siementaimet olivat istutushetkellä jonkin verran hybridihaavan kloonitaimia pienempiä.

Kaksi koetta (kokeet 1 ja 4) sijaitsi entisellä pelto-alueella ja kaksi lehtomaisen kankaan metsämaalla (kokeet 2 ja 3). Pellolle perustetuilla kokeilla maa oli savensekaista multamaata. Erityisesti Pornaisten peltoalueella savisuutta esiintyi runsaasti. Metsämaalle perustetuista kokeista Kirkniemen koe sijaitsi multavalla lehtomaisen kankaan kasvupaikalla. Lapinjärven kokeella maalaji oli hiesumoreeni ja kasvupaikkatyyppi oli lehtomainen kangas.

Lohjansaaren pellolle perustettu koe (koe 1) kyn-

Taulukko 1. Tutkimukseen sisältyvät kenttäkokeet.

Koepaikka (kokeen numero)	Sijainti pohjoiskoordinaatit, itäkoordinaatit korkeus, mpy	Kasvupaikka	Istutusväli, m (tiheys, kpl/ha)	Haapalaji/-kloonit	Lohkoja, kpl	Perustamisvuosi	Mittausvuodet
Lohja, Lohjansaari (HKT 01)	60°12'46'' 23°55'80'' 50 m	Pelto	2,5 m (1600)	Hybridihaapa, E 10476	3	1997	1997
			3,0 m (1111)	Hybridihaapa, E 10467			1998
			3,5 m (816)				1999
			5,0 m (400)				2000 2001
Lohja, Kirkniemi (HKT 02)	60°10'54'' 23°57'1'' 40 m	Metsämaa,	2,5 m (1600)	Hybridihaapa, E 10490	1	1998	1998
		OMT	3,0 m (1200)	Haapa, siementaimet			1999
			3,5 m (800)				2000
			5,0 m (400)				2001
Lapinjärvi (HKT 03)	60°39'30'' 36°7'36'' 50 m	Metsämaa,	2,5 m (1600)	Hybridihaapa, E 10490	2	1999	1999
		OMT	3,0 m (1200)	Haapa, siementaimet			2000
			3,5 m (800)				2001
			5,0 m (400)				
Pornainen (HKT 04)	60°32'17'' 25°19'45'' 60 m	Pelto	2,5 m (1600)	Hybridihaapa, E 10490	3	1999	1999
			3,0 m (1200)	Haapa, siementaimet			2000
			3,5 m (800)				2001
			5,0 m (400)				

Taulukko 2. Tutkimukseen sisältyvien haapojen ja hybridihaapojen alkuperä.

Klони/siemenerä	Laji	Taimityyppi	Emon alkuperä	Isän alkuperä
E 10467 ^{a)}	Hybridihaapa	Kloonitaimet	E 1732 Tuusula E 969 Punkaharju	U 2554 Kanada, Ontario U 2576 Kanada, BC, Aleza Lake
E 10476	Hybridihaapa	Kloonitaimet	E 295 Tuusula	U 2502 Kanada, Ontario, Maple
E 10490	Hybridihaapa	Kloonitaimet	E 295 Tuusula	U 2502 Kanada, Ontario, Maple
R01-97-0005	Haapa	Sientitaimet	E 10315 Karkkila	E 10313 Loppi

^{a)} Klони on valittu hybridihaapaviljelyksestä, jossa kasvaa kahta hybridihaapajälkeläistä. Kloonin alkuperä on joko E 1732 × U 2554 tai E 969 × U 2576.

nettiin istutusta edeltävänä syksynä ja äestettiin istutuskeväänä. Pornaisten kokeella (koe 4) tehtiin kemiallinen heinäntorjunta traktoriruiskutuksena istutusta edeltävänä syksynä, mutta ei maanmuokkausta. Metsämaalle perustetuilla kokeilla maanmuokkaus tehtiin kaivurilaikutuksena (koe 2) sekä mätätämällä ja sitä täydentävänä kuokkalaikutuksena (koe 3).

Kokeet perustettiin satunnaistettujen lohkojen periaatteella. Lohkojen määrä vaihteli kokeittain yhdestä kolmeen. Koealat olivat suorakaiteen muotoisia ja kooltaan 1 000 m² (25 m × 40 m). Koealojen ympärille jätettiin viiden metrin levyinen vaippa-alue, joka käsiteltiin samalla tavalla kuin koeala.

Viljelyssä käytettiin yksivuotiaita haavantaimia. Taimet suojattiin viljelyn yhteydessä 60 cm korkeilla Tubex-myyräsuojilla. Sen lisäksi kokeet 1 ja 3 aidattiin hirviäidalla, jonka alareunassa verkko oli tiheämpää estäen jänisten pääsyn viljelykselle. Aitaamatta jätettiin kokeet 2 ja 4, joista Kirkniemen koe 2 sijaitsi vilkkaasti liikennöidyn tien vieressä. Pornaisten koe (koe 4) puolestaan sijaitsi keskellä laajaa peltoaukeaa, jossa hirvituhojen riski katsottiin pieneksi. Istutuksen jälkeen taimien myyräsuojat tarkastettiin ja tarvittaessa uusittiin kevät- ja syysmittausten yhteydessä.

2.2 Mittaukset

Kokeet mitattiin perustamisen jälkeen joka syksy. Näin ollen vanhin koe Lohjansaareissa mitattiin viisi kertaa, vuosina 1997–2001 ja nuorimmat kokeet (3 ja 4) kolme kertaa, vuosina 1999–2001 (taulukko 1). Syysmittauksissa mitattiin jokaisen taimen pituus, arvioitiin sen elinvoimaisuus, taimessa havaittavat mahdolliset myyrätuhot ja mustaversotaudin aiheuttamat kuolleet, mustuneet ja käyristyneet latvat, se-

kä muut taimien vauriot. Taimien elinvoimaisuus arvioitiin silmävaraisesti käyttäen kolmiportaista luokitusta, jonka mukaan taimet luokiteltiin elinvoimaltaan hyviin (1), alentuneisiin (2) ja huomattavasti alentuneisiin (3). Elinvoimaltaan hyväksi (1) luokiteltiin taimet, jotka olivat täysin vihreitä, ja joissa ei ollut kuivia oksia tai latvaa. Elinvoimaltaan alentuneiksi (2) luokiteltiin taimet, joiden lehdet olivat pienemmät, ja osittain kuivuneet. Elinvoimaltaan huomattavasti alentuneeksi (3) katsottiin taimet, joiden latvasta oli kuivunut noin puolet. Syysmittausten lisäksi kokeilla käytiin keväisin inventoimassa taimien elävyys.

Mustaversotautia havaittiin kaikkien kokeiden lähistöllä (alle 100 m:n etäisyydellä) kasvavissa, luontaisesti syntyneissä haavanvesoissa. Mustaverson oireita todettiin myös istutustaimilla. Hybridihaavan taimilla havaitut oireet eivät kuitenkaan vastanneet täysin mustaversotaudin oireita, joten mustaversohavainnot pyrittiin tarkistamaan myöhemmin keräämällä kuolleita lehtiä ja versoja sekä eristämällä niistä laboratorioissa sieniviljelmiä. Lehden- tai versonpalat pintasteriloitiin huuhtelemalla ne lyhyesti (10 sek) 4 % natriumhydroksidiliuoksessa, 75 % etanolissa ja lopuksi steriilissä vedessä. Tämän jälkeen palojen annettiin kuivua n. 1 minuutin ajan, jonka jälkeen ne siirrettiin 1,5 %-mallasagarmaljoille. Työ tehtiin steriilisti laminaarikaapissa.

2.3 Tilastollinen analyysi

Taimien pituuksista laskettiin koealakohtaiset keskiarvot. Lisäksi koealoittain laskettiin suhteelliset osuudet sekä kuolleista taimista että eri kunto- ja tuholuokkiin kuuluneista taimista. Tilastollisissa analyyseissä havaintoyksikkönä oli koeala. Kaksi-

suuntaista varianssianalyysia käytettiin testattaessa haavan ja hybridihaavan välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä kokeilla 2, 3 ja 4, joissa molempia puulajeja oli viljelty. Lisäksi kokeella 1 testattiin varianssianalyysin avulla eri hybridihaapakloonien välisiä eroja. Analyyseissä testattiin taimien alkuperän, istutustiheyden ja lohkon vaikutusta kuhunkin tutkittavaan muuttujaan. Varianssianalyysit tehtiin SAS GLM-ohjelmalla (SAS 1989).

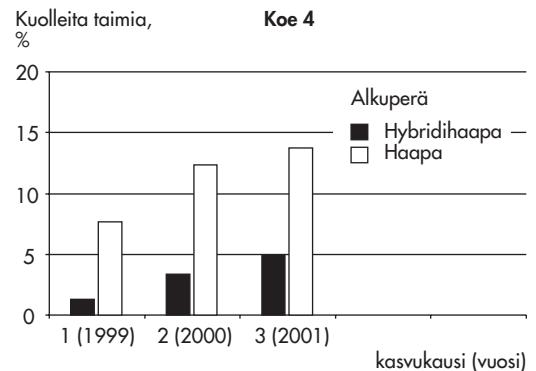
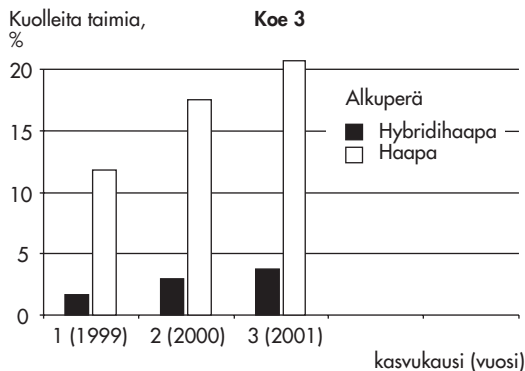
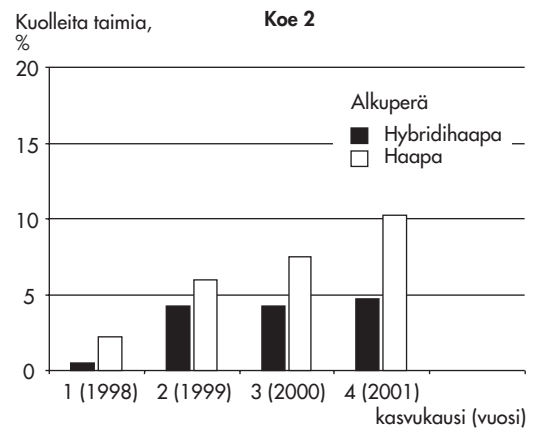
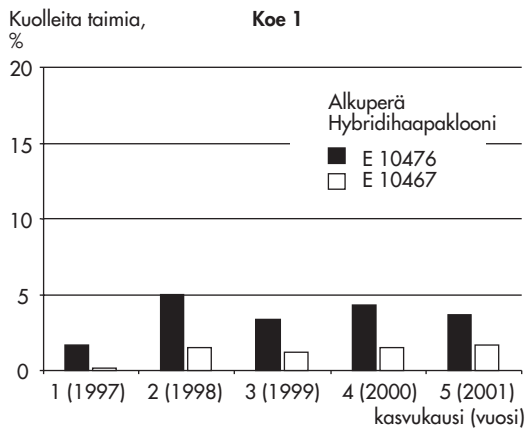
3 Tulokset

3.1 Taimien kuolleisuus

Taimien kuolleisuus vaihteli tuntuvasti kokeiden välillä. Myös taimialkuperien välillä todettiin selkeitä

eroja (kuva 1). Kokeilla 2, 3 ja 4, joilla vertailtiin hybridihaapaa ja haapaa, kolmannen kasvukauden loppuun mennessä keskimäärin 4,6 % hybridihaavan taimista ja 14,2 % haavan taimista oli kuollut. Haavan ja hybridihaavan välinen ero kuolleisuudessa oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,0001$). Noin puolet kolmen ensimmäisen vuoden aikana kuolleista taimista kuoli jo ensimmäisen kasvukauden aikana, n. 40 % istutuskesää seuraavana talvena ja noin 10 % toisena kesänä. Kuolemisajankohdan suhteen haavan ja hybridihaavan välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kokeella 1, jossa vertailtiin kahta hybridihaapakloonia, kuolleiden taimien osuus viiden kasvukauden jälkeen oli keskimäärin 2,9 %. Lähes kaikki viiden vuoden aikana kuolleet taimet kuolivat jo kahden ensimmäisen elinvuoden aikana (kuva 1). Hybridihaapakloonien välillä kuolleisuudessa ei ollut



Kuva 1. Kuolleiden taimien osuudet vuosittain eri kokeilla.

tilastollisesti merkitsevää eroa. Myöskään istutustiheys ei vaikuttanut kuolleisuuden määrään.

Osa kuolleista istutustaimista korvautui seurantajakson aikana vesasyntyisillä taimilla (taulukko 3). Kuolleista hybridihaavan istutustaimista vesoi 23 %. Haavalla vesominen oli vähäisempää; vesoja syntyi 8 %:lle kuolleista istutustaimista.

3.2 Taimien elinvoima ja tuhot

Kolmiportaisen luokituksen mukaisesti tehty taimien elinvoimaisuuden arviointi osoitti, että hybridihaavan taimet olivat keskimäärin elinvoimaisempia haavan taimiin verrattuna kolmen kasvukauden jälkeen (taulukko 3). Elinvoimaltaan hyväksi luokiteltiin 57 % hybridihaavan elossa olevista taimista, kun haavalla vastaava osuus oli 28 %. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,0001$). Elinvoimaltaan huomattavasti alentuneita taimia oli hybridihaavalla oli 5,5 % ja haavalla 10 %. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,0974$).

Mittausten yhteydessä tehdyssä kuntoluokituksen-
sa yksilöitiin lähinnä mekaaniset taimien latvukseen kohdistuneet vauriot. Haavat ja hybridihaavat eivät poikenneet toisistaan tässä suhteessa (kuivalatva: $p = 0,0549$, latva poikki: $p = 0,3793$). Sen sijaan kokeiden välillä erot olivat merkitseviä ($p < 0,0001$). Sekä latvojen katkeamisia että kuivalatvaisuutta oli

selvästi eniten pellolle perustetulla kokeella 4 (taulukko 3).

Nisäkkäiden syönnistä aiheutuvia tuhoja kokeilla ei juurikaan havaittu, koska kokeiden puusto suojattiin perustamisen yhteydessä huolellisesti taimisuojuilla sekä kokeilla 1 ja 3 myös hirvi- ja jänisaidalla.

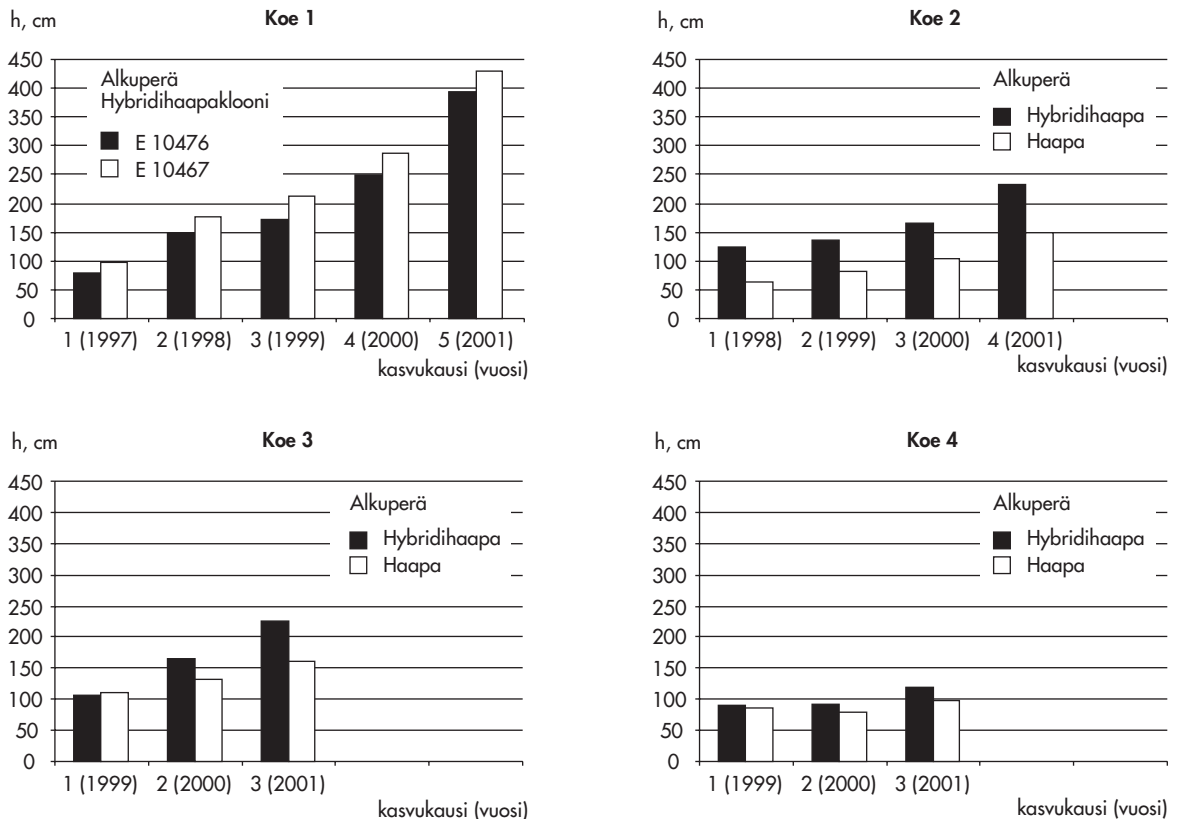
Mustaversoa esiintyi selvästi eniten Lapinjärven kokeella 3, jossa mustaverson vaivaamiksi luokiteltiin 73 % haavan taimista ja 18 % hybridihaavan taimista. Pornaisten kokeella mustaversoa todettiin n. 20–40 %:lla taimista. Tilastollinen analyysi osoitti, että mustaverson esiintyminen oli haavantaimilla merkitsevästi yleisempää kuin hybridihaavalla ($p < 0,0001$).

Mustaversotaudin oireiksi haavalla luokiteltiin voimakkaasti mustuneet ja käyristyneet haavanversot ja suuret lehtilaikut (taudille tyypillisiä tunto-merkkejä). Vaikka inventoinneissa havaittiin myös hybridihaavan taimissa pieniä mustia lehtilaikkuja ja joitakin kuolleita versoja, ei *V. tremulae*-sientä pystytty eristämään hybridihaavan lehdistä tai kuolleista versoista myöhemmin laboratoriossa. Versoista ja lehdistä saatiin eristettyä ainoastaan saprofyyttisiä, yleisesti kuolleella puuaineella esiintyviä *Melanoma*-, *Cladosporium*- ja *Botrytis*-lajeja.

Taulukko 3. Elossa olevien taimien elinvoimaisuus sekä tuhot ja vikaisuudet vuoden 2001 mittauksessa.

	Haapa			Hybridihaapa		
	Koe 2 ^{a)}	Koe 3	Koe 4	Koe 2 ^{a)}	Koe 3	Koe 4
Elinvoimaisuusluokka, % elävistä taimista						
Hyvä	43,0 (62,0)	4,9	16,2	71,0 (65,5)	62,2	44,2
Alentunut	55,3 (35,4)	74,2	76,8	26,3 (30,7)	35,4	45,3
Huomattavasti alentunut	1,7 (2,6)	20,9	7,0	2,1 (3,8)	2,3	10,5
Tuhot ja vikaisuudet, % elävistä taimista						
Mustaverso	21,8 (0,0)	73,1	38,8	1,8 (0,0)	18,2	20,8
Latva kuivunut	6,7 (0,0)	6,8	10,0	22,9 (0,0)	6,4	8,0
Latva poikki	0,3 (0,0)	0,0	21,2	3,4 (0,0)	0,0	14,7
Elävyys ja vesottuminen						
Istutetuista taimista elossa, %	88,2 (92,3)	78,0	82,8	94,5 (95,5)	95,2	89,1
Vesataimien osuus istutettujen määrästä, %	1,3 (0,0)	1,0	3,2	0,5 (0,0)	0,8	5,7
Elävyys, %	89,5 (92,3)	79,0	86,0	95,0 (95,5)	96,0	94,8

^{a)} Kokeella 2 sulkuihin merkitty tulokset vuoden 2000 mittauksesta kolmen kasvukauden jälkeen.



Kuva 2. Taimien vuotuiset keskipituudet eri kokeilla.

3.3 Taimien pituuskehitys

Sekä haavan että hybridihaavan pituuskasvunopeus vaihteli merkittävästi kokeittain ($p < 0,0001$) (kuva 2). Nopeinta kasvu oli Lapinjärven kokeella 3, jossa hybridihaavat kasvoivat kolmen kasvukauden aikana keskimäärin 225 cm:n pituisiksi ja haavatkin 160 cm:n mittaisiksi. Hitainta kasvu oli Pornaisten pellolle perustetulla kokeella 4, jossa taimet kasvoivat pituutta jonkin verran istutuskesänä, toisena kasvukautena pituuskasvu pysähtyi, ja kolmantenakin kasvukautena taimet kasvoivat vain 20–30 cm.

Hybridihaavan kasvu oli kokeilla 2, 3 ja 4 tilastollisesti merkittävästi nopeampaa kuin haavalla ($p < 0,0001$). Kolmannen kasvukauden lopussa hybridihaavat olivat kokeesta riippuen 20–65 cm haapoja pitempiä. Kasvatustiheydellä ei ollut vaikutusta pituuskasvunopeuteen ($p = 0,9031$).

Kokeella 1 hybridihaapojen pituus viiden kasvukauden jälkeen oli keskimäärin 4,1 metriä. Kloonien välillä ei todettu tilastollisesti merkitsevää eroa kasvunopeudessa Seurantajakson lopussa kloonin E 10467 puut olivat n. 35 cm pitempiä kuin kloonin E 10476.

4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää nuorten haapaviljelmien alkukehitystä erilaisilla kasvupaikoilla ja erilaisissa istutustiheyksissä sekä verrata hybridihaavan ja kotimaisen haavan kehitystä ja alttiutta mustaversotaudille. Esitetyt tulokset koskevat viljelyhaavikoiden alkukehitystä istutusta seuranneiden 3–5 vuoden aikana. On selvää, että näiden alusta-

vien tulosten perusteella ei vielä voi tehdä lopullisia ja pitkälle meneviä johtopäätöksiä viljelysten tulevasta kehityksestä.

Koealueilta pyrittiin minimoimaan kaikki mahdolliset puuston kehitykseen vaikuttavat häiriötekijät. Sen vuoksi viljelykset suojattiin huolellisesti tuhoja vastaan. Myyriä vastaan taimet suojattiin taimisuojilla. Hirvituhoja estettiin joko aitaamalla alueet (kokeet 1 ja 3) tai perustamalla viljelykset alueille, joissa hirviturhoriikin tiedettiin olevan vähäinen (kokeet 2 ja 4). Saadut tutkimustulokset ovat suoraan yleistettävissä vain taimikoihin, joissa ei esiinny merkittäviä nisäkästuhvoja. Aikaisempien haapaviljelysten inventointien perusteella tiedetään, että suojaamattomat viljelykset ovat erittäin alttiita nisäkästuhvoille. Suojaamattomat taimikot voivat joko täysin tuhoutua tai ainakin ne voivat saada puuston kehitystä hidastavia vaurioita (Hagman 1971, Viherä-Aarnio 1999, Hynynen 1999). Tässä tutkimuksessa toteutettu tuhosuojaus järeine hirvivaiteineen ei ole käytännön metsätaloudessa taloudellisesti kannattavaa korkeiden kustannustensa vuoksi (Holm 2000). Käytännössä tehokkain ja taloudellisin tapa suojaautua tuhoja vastaan on valita istutusalue niin, että se ei ole alttiina hirvituhoille. Taimisuojiin asentaminen myyrätuhoja vastaan on puolestaan osoittautunut käytännössä tehokkaaksi ja kustannuksiltaan kohtuulliseksi menetelmäksi.

Sekä hybridihaavan että haavan pituuskasvunopeus oli, Pornaisten koetta lukuunottamatta, samaa suuruusluokkaa aikaisempien tutkimustulosten kanssa, jotka on saatu hyvin onnistuneilta hybridihaapa- ja haapaviljelyksiltä (Oskarsson 1962, Hagman 1971, Beuker ja Hagman 1989, Hynynen 1999). Hybridihaapa oli tässäkin aineistossa selvästi haapaa nopeakasvuiseksi.

Hybridihaapa osoittautui tässä aineistossa myös elinvoimaltaan tavallista haapaa paremmaksi. Kaikilla kolmella viljelyksellä (kokeet 2, 3 ja 4), joilla haapalajeja vertailtiin, hybridihaavalla kuolleisuus oli vähäisempi ja taimien keskimääräinen kunto parempi kuin haavalla. Tuloksiin saattaa kuitenkin vaikuttaa se, että kokeet 3 ja 4 perustettiin samana keväänä käyttäen samaa haavan taimierää. Tämän tutkimuksen perusteella jääkin avoimeksi se, oliko tavallisen haavan todetulla tuhoherkkyydellä yhteyttä viljelyssä käytettyyn taimierään. Haavan elinvoimaisuutta koskevien tulosten yleistämisen osalta on ol-

tava varovainen. Toisaalta myös Oskarsson (1962), joka raportoi tuloksia maamme ensimmäisestä hybridihaapaviljelyksestä Vaajakoskelta, totesi neljänneen kasvukauden lopussa hybridihaavalla kuolleisuuden olleen 9 % ja haavalla 19 %. Viidennen kasvukauden vastaavat luvut olivat 11,5 % ja 27,5 %. Oskarsson (1962) totesi hybridihaavan selviävän tuhoista tavallista haapaa paremmin. Maahamme vuosina 1951–67 perustettujen haapa- ja hybridihaapaviljelysten inventointien alustavassa tarkastelussa oli tavallisten haapojen elävyys selvästi korkeampi kuin hybridihaapojen (Viherä-Aarnio 1999), mikä tulos saattoi johtua osittain siitä, että aineistoon sisältyvät tavalliset haavat kasvoivat pääosin Metlan kokeina perustetuissa istutuksissa. Niitä oli todennäköisesti hoidettu alkuvaiheessa paremmin kuin tavallisia metsänviljelyksiä, joilla valtaosa aineiston hybridihaavoista kasvoi.

Tähän tutkimukseen sisältyvät kotimaisen haavan taimet olivat kontrolloidusta risteytyksestä peräisin olevia siementaimia ja hybridihaavan taimet puolestaan mikrolisäyksellä tuotettuja kloonitaimia. On hyvä huomata, että verrattaessa haapaa ja hybridihaapaa verrataan samalla, haapalajin ohella, myös eri tavoin tuotettuja taimityyppejä. Rauduskoivulla tehdyssä tutkimuksessa (Viherä-Aarnio ja Velling 2001) todettiin, että taimityypillä ei ole merkittävää vaikutusta taimien menestymiseen metsänviljelyssä, mutta kloonatussa aineistossa voi olla huomattavia eroja eri kloonien välillä.

Hybridihaapakloonien on todettu eroavan toisistaan mm. juurtumiskyvyn, fenologian, kasvun ja puuaineen ominaisuuksien suhteen (Yu ym. 2001a, b,c). Yu (2001) totesi 24 hybridihaapakloonin ja yhden haapakloonin sisältävässä aineistossa kloonien välillä olevan kenttäkoeolosuhteissa merkitseviä eroja pituus- ja paksuuskasvussa 3–4 vuoden iällä. Lisäksi kloonien menestymisessä on eroja kasvupaikkojen välillä. Myös ruotsalaisissa kloonikoikeissa on todettu huomattavia pituuskasvueroja eri kloonien välillä (Karlsson 1989).

Tähän tutkimukseen sisältyi kaikkiaan vain kolme hybridihaapakloonin ja niistäkin kaksi (E 10476 ja E 10490) olivat keskenään täyssidaria, eli peräisin samasta risteytysyhdistelmästä. Näin suppean aineiston perusteella ei voida tehdä päätelmiä hybridihaapakloonien välisestä vaihtelusta. On kuitenkin todennäköistä, että tällä hetkellä viljelyssä olevien

kloonien välillä on suuriakin eroja sen mukaan, millaisesta hybridihaaparisteytyksestä ne on valittu, ja millainen on esim. risteytyksen emo- ja isäpuiden maantieteellinen alkuperä. Hybridihaavan monistusohjelmaan Suomessa viime vuosina valitut kloonit ovat peräisin varttuneista hybridihaavikoista, joiden perustamisessa käytetyt risteytysyhdistelmät olivat geneettiseltä laadultaan vaihtelevia (Hagman 1997, Viherä-Aarnio 1999).

Yhdellä tutkituista koealueista (koe 4 Pornaisissa) taimien alkukehitys oli hyvin hidas sekä hybridihaavalla että haavalla. Tässä tutkimuksessa ei ilmennyt mitään yksittäistä syytä heikkoon kasvuun. Pornaisten koe istutettiin muokkaamattomaan ja savensekaiseen peltomaahan. On todennäköistä, että kasvupaikka ja muokkaamattomuus on ollut ainakin osasyynä heikkoon alkukehitykseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että tiiviillä ja savisella maalla haapa ja hybridihaapa eivät menesty yhtä hyvin kuin kuohkeilla mailla, joissa vesi ei jää seisomaan (Cajander 1907, Saloniemi 1965, Hytönen 1996). Yun (2001) tutkimuksessa hybridihaapakloonit menestyivät metsämaalla paremmin kuin entisillä pelloilla.

Hybridihaavan versoista ei pystytty eristämään mustaversoa aiheuttavaa *V. tremulae* -sientä, vaikka oireiden perusteella taimissa oli pieniä mustaverson aiheuttamia lehtilaikkuja ja joitakin kuolleita versoja. On mahdollista että hybridihaavan taimen hypersensitiivisyysreaktio on estänyt sienien etenemisen näissä tapauksissa. Hypersensitiivisyysreaktio, jossa isännän solukko kuolee nopeasti infektiokohdassa ja sen välittömässä läheisyydessä, on kasveille yleinen puolustusreaktio (Agrios 1988). Keinoalustalla hidaskasvuisen *V. tremulae* -sienen eristämistä vaikeutti myöskin se, että versojen kuolin- ja keruuajankohdan välillä kuolleisiin versoihin oli infektoitunut myös nopeakasvuisia, haavan kuolleella puuaineella yleisesti esiintyviä saprofyyttisiä sieniä, kuten *Cladosporium*-, *Botrytis*- ja *Melanomma*-lajeja (Butin 1957, Kallio 1972). Hybridihaavikoiden inventointien perusteella useimmat tällä hetkellä käytössä olevat hybridikloonit ovat vastustuskykyisempiä mustaversotaudin tartunnalle kuin haavat (Kasanen, julkaisematon). Kloonien väliset erot ovat todennäköisesti merkittäviä Saksassa 1960-luvulla tehtyjen tutkimusten perusteella. Weisgerber (1968) raportoi laajasta tutkimuksesta, jossa selvitettiin

haavan, amerikanhaavan (*P. tremuloides*), lähisukuisten poppelien (*P. alba*, *P. grandidentata*) ja niiden risteymien alttiutta mustaversotaudille. Tautialttius vaihteli suuresti, kestävimmistä haapaklooneista vain 1 % taimista sai mustaversotaudin, kun taas heikoimmin kestävästä hybridiklooneista tautia esiintyi 70 prosentilla (*P. tremula* × *P. x. canescens*) (Weisgerber 1968). On siis erittäin todennäköistä että myös suomalaisista haavoista löytyy mustaversolle kestäviä alkuperiä ja toisaalta hybridihaavoista mustaversotaudille alttiita klooneja.

Kiitokset

Kiitämme Metsäliitto Yhtymää yhteistyöstä kokeiden perustamisesta ja ylläpidossa. Metsäliitto Yhtymä järjesti osan koepaikoista, taimimateriaalin, istutustyövoiman, taimien suojauksen sekä kokeiden alkuvaiheen hoidon. Erkki Kosonen, Hilikka Ollikainen ja Veijo Hakamäki vastasivat kokeiden perustamisesta maastoon, ja lisäksi Kosonen ja Hakamäki kokeiden inventoinneista ja mittauksista vuosittain. Kiitämme kaikkia tutkimukseen osallistuneita.

Kirjallisuus

- Agrios, G.N. 1988. Plant pathology. Academic Press, London.
- Beuker, E. 1998. Haapa, uusi tuottoisa viljelypuu. Metsänjalostussäätiö, Tiedote 1(1998): 1–2.
- & Hagman, M. 1989. Hybridihaapa – esimerkki lajiristeytyskokeesta. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Tuusulassa 1989. Metsänjalostuksen tutkimusosasto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328. s. 74–76.
- Butin, H. 1957. Die Blatt- und ridenbewohnten Pilze der Pappel unter besonderer Berücksichtigung der Krankheitsreger. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für land und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 91.
- Cajander, A.K. 1907. Metsänhoidon perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet. WSOY, Porvoo. 652 s.
- Hagman, M. 1971. Kaksikymmentä vuotta haavan jalostusta. Metsälehti 39(41): 6–7, 10.
- 1997. Kokemuksia hybridihaavasta. Sorbifolia 28(2): 51–59.

- Holm, S. 2000. Haavan kasvatus ja käyttö. Pihlaja-sarja 5. Metsälehti Kustannus. 123 s.
- 2001. Haavantaimet vietiin käsistä. Metsäliiton viesti. Metsäliitto-yhtymän jäsen- ja asiakaslehti 3/2001: 48–49.
- Hynynen, J. 1999. Haavan ja hybridihaavan kasvu ja tuotos. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammisaarella 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725. s. 25–37.
- Hytönen, J. 1996. Haavasta kuitupuuta lyhyin kierroin? Julkaisussa: Kangas, J. & Heino, E. (toim.). Metsätalouden ympäristövaikutukset ja niiden arviointi. Metsäntutkimuspäivä Perhossa 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 611. s. 52–61.
- Kallio, T. 1972. Erään 10-vuotiaan hybridihaavikon lahovikaisuus. *Silva Fennica* 6: 1–13.
- Karlsson, B. 1989. Experiences and ideas of hybrid aspen (*Populus tremula* × *tremuloides*) in Sweden. Julkaisussa: Breeding of broadleaved trees and micropropagation of forest trees. Proceedings of the Meeting of the Nordic Group for Tree Breeding in Finland 19–21.9.1989. Metsänjalostussäätiön tiedonantoja 1. Reports from the Foundation of Forest Tree Breeding 1. Helsinki 1991.
- Karlsson, K. 1999. Haavan kasvatus paperin raaka-aineksi. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammisaarella 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725. s. 85–87.
- Kasanen, R., Hantula, J. & Kurkela, T. 2000. The occurrence of an undescribed species of *Venturia* in the blighted shoots of *Populus tremula*. *Mycological Research* 105: 338–343.
- Lepistö, M. 1999. Haavan viljelymateriaalin tuotanto ja siihen liittyvä tutkimus Metsänjalostussäätiössä. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammisaarella 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725. s. 89–98.
- Metsämannut Oy. 2001. Haavan viljely. Haavan käyttö. Metsämannut Oy:n WWW-sivut: <http://www.metsamannut.fi/haapa/>
- Oskarsson, O. 1962. Kokemuksia hybridihaavan viljelystä. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 79(5/6): 205–207.
- Ranua, J. 1996. Miksi haapa kiinnostaa metsäteollisuutta. *Sorbifolia* 27(4): 178–180.
- 1999. Haavan käyttö paperin raaka-aineena. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammisaarella 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725. s. 101–106.
- Salonen, M. 1998. Hybridihaavan taimia mikrolisäyksellä. *Metsänjalostussäätiö, Tiedote* 1(1998): 6–7.
- Salonemi, M. 1965. Kokemuksia hybridihaavan viljelystä ja lannoittamisesta. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 82(4): 156–158.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT user's guide. Version 6, 4th ed. SAS Institute Inc., Gary, NC. 846 p.
- Weisgerber, H. 1968. Die Bedeutung der Triebspitzenkrankheit an Pappeln an der Sektion Leuce Duby. *Die Holzzucht* 22: 1–6.
- Viherä-Aarnio, A. 1999. Hybridihaapa – 40 vuoden takaa uudeksi viljelypuuksi. Julkaisussa: Hynynen, J. & Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Tammisaarella 12.11.1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725. s. 13–23.
- & Velling, P. 2001. Micropropagated silver birches (*Betula pendula*) in the field – performance and clonal differences. *Silva Fennica* 35(4): 385–401.
- Yu, Q. 2001. Selection and propagation of hybrid aspen clones for growth and fibre quality. Academic dissertation on forest tree breeding. University of Helsinki, Department of Applied Biology, Publication 6. Väitöskirja. 41 s. + 5 osajulkaisua.
- , Mäntylä, N. & Salonen, M. 2001a. Rooting of hybrid clones of *Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx. by stem cutting derived from micropropagated plants. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16(3):238–245.
- , Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M. Alen, R., Stener, L.G., Beuker, E. & Tigerstedt, P.M.A. 2001b. Genetic control of wood physicochemical properties, growth and phenology of hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1–9.
- , Tigerstedt, P.M.A. & Haapanen, M. 2001c. Growth and phenology of hybrid aspen clones (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Silva Fennica* 35(1): 15–25.

30 viitettä