

Lauri Ruotsalainen

METSÄNJALOSTUKSEN HYÖDYT

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma


Kesäkuu 2012



KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>1.6.2012</p>	
<p>Tekijä</p> <p>Lauri Ruotsalainen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous</p>	
<p>Nimeke Metsänjalostuksen hyödyt</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena on perehtyä metsänjalostukseen ja siitä saatuihin hyötyihin. Tutustuin samalla metsänjalostuksen historiaan ja valintajalostuksen tekniikkaan.</p> <p>Suomessa metsänjalostus aloitettiin noin vuonna 1947. Paljon on ehtinyt tapahtua niin jalostuksen tuloksissa kuin toimijoissa. Työn aloitti metsäalan organisaatioiden yhteinen Metsänjalostussäätiö. Nykyään työtä jatketaan valtionrahoitteisesti Metsäntutkimuslaitoksen toimesta.</p> <p>Suomessa jalostus on vielä lähes sadankin vuoden jälkeen melko alkutekijöissä. Tulevaisuudessa saadaan käyttöön entistä pidemmälle jalostettuja sukupolvia. Suomessa jalostus keskittyy meidän kolmeen yleisimpään teollisuudessa käytettyyn puulajiin kuuseen, mäntyyn ja rauduskoivuun. Tähän mennessä jalostus on tapahtunut valintajalostusta käyttäen. Valintajalostuksen rinnalle on tosin tulossa kloonaukseen perustuva mikrolisäys, jonka avulla jalostus nopeutuu.</p> <p>Viimeisissä jälkeläiskokeissa on saatu hyviä mittaustuloksia tuoreimpien sukupolvien jälkeläisten kasvusta. Puut kasvavat metsikkösiemenpuita nopeammin ja tilavuuskasvu on myös suurempaa. Lisäksi jalostuksen avulla on saatu erikoisempia vaihtoehtoja puiden kasvatukseen kuten visakoivu ja hybridihaapa. Visakoivun kannattava taloudellinen kasvatus ei olisi lähellekään yhtä kannattavaa ilman kloonausta.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Jalostus, metsänjalostus, kuusi, mänty, koivu, valintajalostus</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>22 s.</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>	<p>URN</p> <p>URN:NBN:fi:mamk-opinn2012A1516</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Jukka Mäntylä</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p>	

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis 1.6.2012
Author Lauri Ruotsalainen	Degree programme and option Master Degree in Natural Resources Business Operations in Forestry	
Name of the bachelor's thesis The advantages of forest breeding		
Abstract <p>The goal of this theses is to learn about the forest breeding and about the benefits achieved. I also got to know the history of forest breeding and learned about selective breeding.</p> <p>In Finland forest breeding was started in about 1947. Much has happened in the results and changes in the operators among forest breeding. The work was started by the forest sector organizations in a joint Metsänjalostussäätiö. Today the work is continued by The Finnish Forest Research Institute which is funded mainly by the government.</p> <p>In Finland forest breeding is still at its beginning even after 100 years of research. Further developed breeding generations can be taken to use in the future. In Finland breeding is focused on three main species used by industry. These are spruce, birch and pine. So far, breeding has been selective breeding. Although Tissue culture is becoming more popular because it is much faster method.</p> <p>The latest experiments of descendants have given good results of the latest generation of descendants. Trees grow faster than naturally born trees and the increase of volume is also higher. Breeding has also brought more exotic options for growing like cultivar of silver birch and hybrid aspen. Growing of cultivar of silver birch would not be as profitable without cloning.</p>		
Subject headings, (keywords) Breeding, tree breeding, spruce, pine, birch, selective breeding		
Pages 22 p.	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2012A1516
Remarks, notes on appendices		
Tutor Jukka Mäntylä	Employer of the bachelor's thesis	

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 JALOSTUS JA SEN HISTORIA.....	1
2.1 Eläinten jalostus.....	1
2.2 Kasvien jalostus.....	2
2.3 Metsänjalostuksen historia suomessa.....	2
3 JALOSTETTAVAT PUULAJIT	3
3.1 Mänty.....	3
3.2 Kuusi.....	5
3.3 Rauduskoivu	6
3.4 Siperianlehtikuusi	8
3.5 Tervaleppä	8
3.6 Haapa.....	9
3 TEKNIKOITA	10
3.1 Valintajalostus	10
3.2 Koivun muovihuoneviljely.....	10
3.3 Mikrolisäys	12
4 JALOSTETUT OMINAISUUDET.....	13
4.1 Tekninen laatu	13
4.2 Kasvulliset ominaisuudet.....	14
4.3 Tuhojen vastustus	15
5 JALOSTUKSEN HYÖDYT	15
5.1 Mänty.....	15
5.2 Kuusi.....	18
5.3 Koivu	18
5.4 Siperianlehtikuusi	20
5.5 Hybridihaapa	20
6 POHDINTA	21
LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Työssä tutustutaan metsäpuiden jalostukseen. Muita kasveja on maailmalla jo jalostettu tuhansia vuosia. Esimerkiksi maataloudessa on satojen määrät saatu moninkertais-tettua. Metsäpuiden jalostus on paljon hitaampaa ja tässä työssä katsotaan miten siinä on tähän mennessä edistytty.

Työn tavoitteena on perehtyä jalostukseen ja erityisesti jalostuksesta saatuihin hyötyihin. Jalostus on jatkunut Suomessa jo hyvin pitkään, minkä vuoksi minua kiinnosti, kuinka paljon siitä on saatu hyötyä tähän mennessä. Varsinkin kun jalostus nykyään on pääosin valtion rahoittamaa.

Metsäpuiden jalostusta on Suomessa ollut jo noin 100 vuoden ajan. Jalostuksen koh-teena ovat olleet pääasiassa teollisuudessakin eniten käytetyt kolme kotimaista puula-jia eli kuusi, mänty ja rauduskoivu. Valintajalostus on ollut pääasiallinen keino jalos-tuksessa. Jalostus on edennyt siihen vaiheeseen, että aletaan saada hyviä tutkimustu-loksia, jotka ovat myös luotettavia. Jalostuksen tulevaisuuden kannalta jälkeläiskokei-den tulokset näyttävät erittäin hyviltä.

2 JALOSTUS JA SEN HISTORIA

Jalostuksessa pyritään ohjaamaan eliöiden kehitystä haluttuun suuntaan. Darwin kehit-ti evoluutioteorian, jonka mukaan eliöt muuttuvat elinympäristön vaikutuksesta. Vah-vemmat tai paremmin menestyvät yksilöt pääsevät jatkamaan sukua ja välittämään geenejään tulevalle sukupolvelle. Ihmisen ohjaama jalostus on siis eräänlainen muun-nos evoluutiosta ja luonnonvalinnasta. Usein ihmisen jalostustavoitteet eivät kuiten-kaan ole samoja kuin luonnonvalinnan tulokset.

2.1 Eläinten jalostus

Eläinten jalostus alkoi jo tuhansia vuosia sitten. Ensimmäiset todisteet koirasta koti-eläimenä ajoittuvat 12 000 vuoden päähän Irakista löytyneisiin leukaluihin. Leukaluut ovat suden vastaavia luita paljon pienemmät ja niissä on pienemmät hampaat. Koiran jalostus todennäköisesti tapahtui alun perin enemmän vahingossa kuin tietoisesti. Jo-

kin yksilö pentulaumasta erottui ominaisuuksillaan ja se valittiin kasvatettavaksi. Valittu yksilö taas lisääntyessään välitti geeninsä seuraavalle sukupolvelle. (Gascoigne 2001.)

2.2 Kasvien jalostus

Metsäpuiden jalostus on hyvinkin uutta toimintaa verrattuna muuhun kasvien jalostukseen. Viljelykasvien jalostus on aloitettu jo 10 000 vuotta sitten. Maissin ja vehnän on tutkittu olleen ensimmäisiä jalostuksen kohteita. Aluksi viljeltäviä kasveja kerättiin luonnosta ja sen jälkeen siemenet valittiin pelloilta yksilöistä, joilla oli paras vastustuskyky vaihtuvia sääoloja, tuhohyönteisiä ja tauteja vastaan. (Häggman & Oksa 1999, 6.)

Viljelykasvien jalostuksessa on pitkälti samoja tavoitteita kuin metsäpuiden jalostuksessa. Jalostuksen avulla pyritään saamaan suurempi sato eli metsäpuiden puolella tämä tarkoittaa enemmän teollisuuden tarpeita vastaavaa puuainesta. Jalostuksella pyritään myös parantamaan kasvien kestävyyttä tauteja ja tuhoeläimiä vastaan. Nykyään myös paljon pinnalla ollut ilmastonmuutos vaikuttaa kasvien jalostukseen. Jalostuksella pyritään valmistamaan kasveja, jotka sopeutuvat myös tulevaisuuden paikallisiin sääoloihin. (YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö 2003.)

Metsänjalostuksessa pyritään viljelyssä käytettyjen siementen ja taimien perinnöllisten ominaisuuksien muunteluun paremmin ihmisten tarpeisiin sopiviksi. Tavoitteena on, että puusta valmistettujen tuotteiden arvo kasvaa, ja metsätalouden kannattavuus paranee. Suomen metsätaloudessa metsänjalostuksen tulokset realisoituvat metsänviljelyn ja kylvön kautta. Metsänviljelyyn käytetystä aineistosta valtaosa on jalostettua. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

2.3 Metsänjalostuksen historia suomessa

Metsänjalostus Suomessa alkoi vuonna 1947, kun metsäalan organisaatiot perustivat yhteistyössä Metsänjalostussäätiön. Säätiön nimi oli vielä perustamisvaiheessa Metsäpuiden rodunjalostussäätiö - Stiftelsen för rasförädling av skogsträd. Mallia otettiin Ruotsista, jossa vastaavanlainen säätiö oli perustettu jo lähes kaksi vuosikymmentä aiemmin 1930-luvulla. Innostuksen jalostukseen laukaisi sotakorvausten ja sodan tu-

hojen jälleenrakentamisen aikaansaama puuntarve. Samaan aikaan pelko harsintahakuiden vaikutuksesta metsien laatuun nosti päätään. (Metsänjalostussäätiö 2010.)

Aluksi säätiön työ keskittyi metsänjalostuksen perusaineiston eli pluspuiden ja siemenkeräysmetsiköiden valintaan. Alkuajan menestyksiä oli hybridihaavan risteytys ja taimien tuottaminen. Se oli kotimaisen ja amerikkalaisen haavan risteytys. Pääpaino kuitenkin pysyi perusaineiston keräyksessä. Säätiön tehtävä pysyi samanlaisena yli koko 1950-luvun. (Tasanen 2010.)

Metsänjalostussäätiön rahoitus perustui aluksi Metsäteollisuusyhtiöiltä ja muilta metsäalan organisaatioilta, metsänhoitoyhdistyksiä myöten, saatuihin kannatusjäsenmaksuihin. 1950-luvun lopulla se alkoi kuitenkin saada myös valtiollista rahoitusta ja 1960-luvulla pääasialliseksi rahoituslähteeksi muodostui valtiolta saatu avustus. (Metsänjalostussäätiö 2010.)

Metsänjalostussäätiön toiminta muuttui vuoden 2000 alussa. Toiminta laitossäätiönä ja valtionapulaitoksena loppui ja valtio keskitti budjettirahoituksen käytännön metsänjalostuksessa Metsäntutkimuslaitokseen. Metsänjalostussäätiön henkilökunta, kaikki toiminnot ja omaisuus siirrettiin Metsäntutkimuslaitokselle. Metsänjalostussäätiö jatkoi kuitenkin toimintaansa, mutta täysin eri roolissa kuin aiemmin. Nykyään säätiö on lähinnä metsänjalostusalaan tukeva ja edistävä säätiö. (Metsänjalostussäätiö 2010.)

3 JALOSTETTAVAT PUULAJIT

3.1 Mänty

Mänty on yleisin puulajimme ja sitä on lähes puolet metsiemme tilavuudesta. Pinta-alallisesti mäntyvaltaisia metsiä on noin 2/3 metsämaan pinta-alasta. Mänty viihtyy koko maassa aivan Pohjois-Lappiin asti. Kasvupaikan vaatimukset männyllä ovat hyvin vähäiset. Mänty viihtyy kuivalla ja karulla kasvualustalla. Mänty kasvaa hyvin myös rehevämmillä kasvupaikoilla, mutta ongelmaksi muodostuu runsas oksaisuus ja laadun aleneminen. Alaspäin kasvavan paalujuurensa vuoksi mänty tarvitsee runsaasti valoa. (Metsätieteiden laitos 2006.)

Yksikotisena puulajina männyllä on hede- ja emikukinnot samassa yksilössä. Kukkiminen tapahtuu Etelä- ja Keski-Suomessa kesäkuun puolenvälin aikoihin. Lapissa kukin tapahtuu hieman eteläistä Suomea myöhemmin. Siementuotannossa on vuosittaista vaihtelua ja hyviä siemenvuosia on etelässä noin 6 - 7 vuoden välein. Pohjoisessa hyviä siemenvuosia on harvemmin. (Metsätieteiden laitos 2006.)

Yleisimpänä puulajina mäntyä myös viljellään eniten. Vuotuinen viljelypinta-ala on noin 60 000 hehtaaria. Hieman alle kolmasosa viljelystä on istutusta ja loput kylvöä. Kehitys näyttää siltä että männyn istutuksen osuus on laskemassa, mutta kylvön osuus sen sijaan nousee. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

On kulunut 30 - 40 vuotta männyn ensimmäisen polven siemenviljelys perustamisesta. Viljelykset ovat vasta nyt saavuttaneet parhaan tuotantovaiheensa. Pääosin kaikki jalostettu siemen, mitä männyn viljelyssä käytetään, on peräisin näiltä ensimmäisen polven viljelyksiltä. Siemenviljelykset on perustettu valituista pluspuista, joita männyllä on valittu kaikkiaan 7 108 kappaletta. Näistä pluspuista siemenviljelyksiin on viety noin 6 000 yksilöä. Lähes kaikista yksilöistä on saatu jo jälkeläistestien tuloksia, joista voidaan valita parhaat jatkoon tulevia siemenviljelyksiä varten. (Nikkanen & Antola 1998.)

Mänty onkin vallitsevana lajina siemenviljelyksillä. Tällä hetkellä männyn siemenviljelyksiä (kuva 1) on yhteensä 2 450 hehtaaria. Se on lähes 90 % kaikista siemenviljelyksistä. Tämä johtuu pitkälti siitä että mänty on pitkään ollut tärkein puulajimme. Lisäksi viljelykset on perustettu tuottamaan siementä myös metsäkylvöä varten, eikä pelkästään taimitarhoille. Suunnitelmissa on perustaa 612 hehtaaria uusia siemenviljelyksiä vuoteen 2020 mennessä. (Nikkanen & Antola 1998.)



KUVA 1. Männyn siemenviljely Joroisissa (MetINFO – Metsänjalostus 2010).

Männyn jalostus on edennyt hyvin ja tällä hetkellä on menossa siirtyminen ensimmäisestä jalostussukupolvesta toiseen. Uuden jalostusohjelman mukaan männylle on säädetty kuusi eri jalostuspopulaatiota. Niiden on tarkoitus kattaa koko maamme ilmasto-olojen vaihtelut. Eteläisessä Suomessa olevat jalostuspopulaatiot ovat kehittyneet nopeimmin parempien kasvuolosuhteiden vuoksi. (Haapanen & Mikola 2008.)

3.2 Kuusi

Kuusi on maamme toiseksi yleisin puulaji. Koko maamme metsien tilavuudesta kuusen osuus on noin 30 %. Metsämaan pinta-alasta kuusta on hieman alle neljännes. Kuusi viihtyy lähes koko Suomessa pois lukien vain havupuurajan ylittävät tunturit. Kuusi viihtyy ravinteikkaalla maaperällä ja mielellään varjoisassa.

Kuusi on yksikotinen laji ja tuulipölytteinen. Kukinta tapahtuu kesäkuun puolen välin aikoihin. Emikukinnosta kehittyy pölytyksen jälkeen kuuselle tavanomainen pitkä pötkömäinen käpy (kuva 2). Kukinto on aluksi pystysuunnassa, mutta kääntyy lopulta roikkumaan. Siemenet kypsyvät kävyn sisällä loka-marraskuuhun mennessä. Siemenet varisevat auenneista kävyistä joko syksyllä tai seuraavana keväänä. Kuuselle ominaista on epäsäännöllinen siemensato. Hyviä siemenvuosia on noin 10 - 12 vuoden välein. (Metsätieteiden laitos 2006.)



KUVA 2. Kuusen emikukinto vielä pysty asennossa (MetINFO – Metsänjalostus 2010).

Myös viljelyalojen määrässä kuusi on männyn jälkeen toiseksi eniten viljelty laji. Tällä hetkellä kuusella on yhteensä noin 300 hehtaaria siemenviljelyksiä, joita on 26 kappaletta. Lähes kaikki viljelyksillä tuotetut kuusen siemenet menevät taimitarhoille taimituotantoon. Vain pieni määrä päättyy metsäviljelyyn. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Nykyiset käytössä olevat viljelykset ovat suurelta osin 1960 ja 1970-luvuilla perustettuja. Ne alkavat olla käyttöikänsä lopuillaan ja uusia on perustettava tilalle. Siementarve on kuusella jo tällä hetkellä suurempi, mitä nykyiset viljelykset pystyvät tuottamaan. Suunnitelmien mukaan siemenviljelysten pinta-ala tullaan lähes kaksinkertaistamaan tulevaisuudessa. Vuoden 2004 siemenviljelysten perustamisohjelman mukaan, uusia viljelyksiä tarvitaan kokonaisuudessaan 291 hehtaaria. Tarvittavasta määrästä oli vuoteen 2011 mennessä kyetty perustamaan 120 hehtaaria. (Maa- ja metsätalousministeriö 2011.)

3.3 Rauduskoivu

Rauduskoivu on yksi kotimaisista koivulajeistamme. Tämä valkorunkoinen lehtipuu on ansainnut itselleen Suomen kansallispuun arvon. Levinneisyydeltään rauduskoivu kattaa melkein koko Suomen aivan pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Rauduskoivu on hieskoivua suositumpi puulaji metsätalouden kannalta. Se on yleensä hieskoivua parempi laatuista. Hieskoivu lisäksi lahoaa raudusta nopeammin, eikä hieskoivu kasva yhtä suureksi kuin rauduskoivu. (Metsätieteiden laitos 2006.)

Rauduskoivu poikkeaa kuusesta ja männystä siten, että se voi lisääntyä sekä suvullisesti, että suvuttomasta eli vesomalla. Koivu on yksikotinen puulaji. Hedekukinnot sijaitsevat oksien kärjissä riippuvissa norkoissa (kuva 3). Koivun norkot ovat noin 5 - 6 sentin mittaisia. Emi-kukinnot ovat hedekukintoja paljon pienempiä ja sijaitsevat oksahaarojen keskellä. (Metsätieteiden laitos 2006.)



KUVA 3. Koivun norkot sijaitsevat oksien päissä (Pinkka Lajituntemuksen oppimisympäristö 2006).

Rauduskoivu kukkii samoihin aikoihin kuin lehdet puhkeavat tai hieman aiemmin. Siemenet kypsyvät jo saman kesän aikana ja varisevat heti kypsyttyään. Siementen variseminen alkaa heinä-elokuussa ja jatkuu pitkälle syksyyn aina lokakuulle asti. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

3.4 Siperianlehtikuusi

Siperianlehtikuusi ei ole Suomen alkuperäisiä puulajeja. Sen luontainen levinneisyysalue on Koillis-Venäjällä ja Siperia länsiosissa. Suomeen Siperianlehtikuusi tuotiin jo 1700-luvulla. Merkittävin lehtikuusen lisäysalue on luultavasti Raivolan lisäysalue, johon lehtikuusta istutettiin jo vuonna 1738. Suomessa lehtikuusi viihtyy joustavien elinympäristövaatimustensa ansiosta etelärannikolta Lappiin asti. (Lepistö & Napola 2005.)

Lehtikuusi on yksikotinen laji. Tuuli levittää siitepölyn kukinnoista toisiin. Kukinta tapahtuu yleensä toukokuun alussa. Saman vuoden syksyllä siemenet kypsyvät ja alkavat varista seuraavana keväänä maaliskuun aikana. Lehtikuusella siemenvuodet eivät vaihtele paljoa. Hyviä siemenvuosia taas on eteläisillä kasvualueilla 6 - 7 vuoden välein. (Lepistö & Napola 2005.)

Vuosituhanne vaihteessa lehtikuusimetsien kokonaispinta-ala oli noin 30 000 hehtaaria. Lehtikuusella on siemenviljelyksiä vain tarvetta vastaava määrä. Tällä hetkellä siemenviljelyksien kokonaispinta-ala on 68,5 hehtaaria ja se jakautuu 10 eri viljelykselle. Lehtikuusen suosio kasvatettavana puulajina vähenee. (Lepistö & Napola 2005.)

3.5 Tervaleppä

Tervaleppä levinneisyys Suomessa yltää Kokkolaan asti, mutta sitä tavataan myös pohjoisemmassa. Kasvupaikan suhteen tervaleppä on hyvin vaateliias laji. Maaperän on oltava kostea ja pysyttävä tasaisesti kosteana. Pohjaveden on kuitenkin oltava liikkuva. Hyvällä kasvupaikalla tervaleppä voi kasvaa melko kookkaaksi, jopa 28 metriä pitkäksi. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Yksikotisena puuna hede- ja emikukinnot ovat samassa puussa. Tervaleppä kukkii huhtikuun ja toukokuun vaihteessa. Hedekukinto on koivun tapaan 3 - 5 senttimetriä pitkä norkko. Tervaleppä pystyy lisääntymään siementen lisäksi myös vesomalla. Harmaaleppästä poiketen tervaleppä tekee vain tyvivesoja, kun taas harmaaleppä vesoo myös juurista. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Tervalepän siemenet kypsyvät yleensä lokakuun aikana ja varisevat vielä samana syksynä sulaan maahan. Variseminen voi jatkua vielä vaikka lumipeite olisikin jo tullut. Itävyys siemenissä on yleensä todella alhainen. Itävyys voi kuitenkin nousta 30 - 50 prosenttiin, jos pölytys onnistuu hyvin. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Vuosittainen viljelymäärä on sadan hehtaarin luokkaa. Viljelyihin käytetään noin 200 000 tainta. Viljelyalat ovat usein hyvin pieniä, koska tervaleppä on niin vaateliias kasvupaikan suhteen. Yleisiä viljelypaikkoja ovat rantametsät. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Tervaleppä on melko marginaalinen puulaji. Sen osuus Suomen puuvaroista on vain noin 0,2 prosenttia. Tervaleppälle on perustettu kolme uutta siemenviljelystä. Ne tuottavat tarvittavat siemenet eri alueille, jotka ovat Etelä-Suomi, Keski-Suomi ja rannikkoseutu. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

3.6 Haapa

Haavan osuus puustostamme on tilavuuden osalta noin 1,5 prosenttia. Puhtaita haavikoita on hyvin vähän ja haapa kasvaakin yleensä sekapuumetsiköissä. Haavan suosio viljelypuuna perustuu sen nopeaan kasvuun. Se on kotimaisista lajeista ainoa, joka kykenee haastamaan eukalyptuksen ja akaasian paperinvalmistuksessa. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Haapa on kaksikotinen eli hede- ja emikukinnot sijaitsevat eri puissa. Usein hede- ja emipuut ovat myös eri metsiköissä. Kukkuminen tapahtuu keväällä jo ennen kuin lehdet puhkeavat, Etelä-Suomessa toukokuun alussa. Siemenet kypsyvät hyvin nopeasti ja varisevat jo kesäkuun aikana. Siemensadot ovat yleensä runsaita. Haapa on myös ahkera vesomaan. Se tuottaa kanto-, tyvi- sekä juurivesoja. Haavan juuret säilyvät elossa pitkään, vaikka emopuu olisikin poistunut. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

3 TEKNIKOITA

3.1 Valintajalostus

Valinta on jalostuksen perusmenetelmä. Se myötäilee pitkälti evoluution mallia ominaisuuksien periytymiseen. Luonnonmetsistä pyritään kokoamaan paras geeniaines ja vähitellen muokata sitä haluttujen ominaisuuksien suuntaan. Ensimmäinen vaihe on valita puuyksilöitä villeinä kasvavista populaatioista eli luonnonvaraisista metsiköistä. Valinnan perusteena käytetään viljelypuun ihannetyyppejä. Jos esimerkiksi tavoitteena on mahdollisimman oksaton puu, valitaan luonnonvaraisesta metsästä kaikkein oksattomimmat puut. Valintaa tehdessä oletetaan, että oksattomuus on perintötekijöiden vaikutusta ja että puun jälkeisillä on sama ominaisuus. Yksilön ilmiasu koostuu kuitenkin vain osittain perintötekijöistä. Myös ympäristö vaikuttaa vahvasti yksilön ilmiasuun. Ilmiasun mukaan valittuja puita kutsutaan pluspuiksi. Pluspuut muodostavat metsänjalostuksen lähtöaineiston. (Häggman & Oksa 1999, 13.)

Toinen vaihe valintajalostuksessa on jälkeläiskokeet, joissa pluspuiden jälkeläisiä verrataan toisiinsa. Pluspuista muodostetaan siemenviljelys, missä pluspuut tuottavat siemeniä käytännön viljelyyn. Jalostuksessa ei siis sinänsä olla kiinnostuneita hyvistä yksilöistä vaan sen jälkeläisistä. Jalostusarvo muodostuu siitä, millaisia puuyksilön jälkeläiset ovat verrattuna muiden yksilöiden jälkeläisiin. Jälkeläiskokeiden perusteella valitaan pluspuista parhaimmat yksilöt jalostusarvon perusteella. Näistä varmasti hyviä jälkeläisiä tuottavista yksilöistä voidaan perustaa uusi siemenviljelysvaihe, ns. valiosiemenviljelys eli 1½ -polven siemenviljelys. Puut ovat siis periaatteessa samoja kuin ensimmäisessä vaiheessa, mutta nyt ne ovat käyneet läpi testauksen ja niiden on todettu tuottavan parempia jälkeläisiä kuin muut ensimmäisen vaiheen yksilöt. (Tasanen 2010.)

3.2 Koivun muovihuoneviljely

Koivun jalostus perustuu samaan tekniikkaan kuin männyn ja kuusen, mutta erona on että koivua viljellään varttamalla suurissa muovihuoneissa (kuva 4). Muilla puulajeilla ei ole muovihuoneviljelyssä saatu riittävän suurta siemensadon määrää, jotta muovihuoneviljely olisi niillä kannattavaa. Muovihuoneviljelyn suurimmat edut jalostuksen kannalta ovat taustapölytyksen välttäminen ja lämpimien kasvuolosuhteiden aikaan-

saama varhainen kukinta. Taustapölytyksen puuttuessa jalostushyöty kasvaa, kun puut pariutuvat vain parhaiden pluspuiden kesken. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)



KUVA 4. Koivunsiemenviljelys (MetINFO – Metsänjalostus 2010).

Muovihuoneessa tapahtuvalle kasvatuksella on muitakin etuja verrattuna avosiemenviljelykseen. Puiden kasvatusta tapahtuu varttamalla. Vartetuissa puissa puun tyvi on eri yksilöstä kuin latva osa. Pluspuun latvuksesta otetaan noin 10 senttimetrin mittainen varte, joka yhdistetään toisen puun tyveen (kuva 5). Tyvi on noin 20 senttimetriä pitkä ja usein valmiiksi istutettu jo paikalleen. Tämä kahden puun yhdistelmä kasvaa normaalia lyhyemmäksi ja oksaisemmaksi puuksi. Vartetut puut ovatkin tavallaan pelkkä pluspuun siementä tuottava latvus ilman runkoa. (Krista 2007.)

Varttamalla saadaan siementä tuottava latvus kasvamaan nopeasti ja tuottamaan siementä mahdollisimman varhain. Ensimmäinen siemensato voidaan kerätä talteen jo kolmantena vuotena. Lisäksi siementen keräys on helppoa, koska varteet ovat vain 5 - 8 metriä korkeita. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)



KUVA 5. Onnistunut koivun varttaminen (Krista 2007).

3.3 Mikrolisäys

Mikrolisäys on kasvien lisäämistä suvuttomasti eli kyseessä on kasvien kloonauus. Kasvista otetaan solukkoa tai silmu, josta kasvatetaan lisää versoja. On arvioitu että mikrolisäyksen avulla jalostusta voidaan nopeuttaa huomattavasti. Geenistöltään samanlaisia puita voidaan kokeilla eri paikoilla. Näin saadaan selville, mitkä ominaisuudet ovat geneettisesti perinnöllisiä ja mitkä ovat ympäristön vaikutuksen alaisia. (Leino 2008.)

Puuvartisilla kasveilla on tavanomaisinta ottaa kasvatettavat solut kasvin silmusta. Silmut kerätään aktiivisen kasvun aikana keväällä ja alkukesästä. Näin kasvu on helpompi saada käyntiin. Ensin silmut on sterilisoitava, ettei kasvualustaan pääse epäpuhtauksia. Esimerkiksi bakteeri tai sieni päästessään ravintoliuokseen voisi tuhota koko näytteen. Kasvualusta koostuu ravintoliuoksesta, jossa on kasvuun tarvittavia ravinteita, vitamiineja ja sokeria. Kasvu saadaan käyntiin ravintoliuokseen lisätyillä kasvua säätelevillä aineilla. (Lineberger 1980.)

Aloituspala aloittaa kasvun, jolloin se alkaa tuottaa haaroja. Haarat voidaan leikata irti ja asettaa omalle kasvualustalle kasvamaan. Näin alkuperäinen pala saadaan monistetua useammaksi kasvuksi. Uusia kasvuja voidaan edelleen jakaa uusiin osiin. Jopa 100 uutta versoa saadaan 8 - 12 viikon aikana yhdestä ainoasta silmusta. (Lineberger 1980.)

Seuraavaksi on saatava verso tuottamaan juuria. Se onnistuu muuttamalla kasvusäätettä. Juurien kasvettua voidaan verso laittaa kasvamaan tavanomaisemmalle kasvualustalle eli yleensä turpeeseen. Mikrolisäyksellä tuotetut versot ovat usein helppo istuttaa. (Lineberger 1980.)

Mikrolisäyksen yleistymisen esteenä on vielä ainakin toistaiseksi korkea hinta. Ruotissa tehdyssä kokeessa saatiin hyviä tuloksia kasvun suhteen. Mikrolisäyksen avulla kasvatetut puut kasvoivat jopa 40 prosenttia paremmin, mutta taimien hinta söi hyödyn pois. Taimet maksoivat kaksinkertaisesti verrattuna normaalisti kasvatettuihin taimiin. (Leino 2008.)

4 JALOSTETUT OMINAISUUDET

Jalostuksessa tavoiteltuja ominaisuuksia ovat puiden hyvä ulkoinen laatu, runkokuun tuotos ja viljelyvarmuus. Tärkeänä valintakriteerinä käytetään puun ulkoista laatua eli hyvää kasvua ja ulkomuotoa. Pääasiassa valinta tehdään saha- ja vaneriteollisuuden tarpeiden mukaan. Muita tärkeitä ominaisuuksia ovat oksien paksuus, oksakulma sekä terveydentila ja elossapysyminen.

4.1 Tekninen laatu

Oksaisuus on tukkipuissa tärkein laatuun vaikuttava tekijä. Tukkipuut menevät sahateollisuuden käyttöön, jolloin puun on oltava ominaisuuksiltaan siihen sopivaa. Oksaisuuteen luetaan oksien määrä, oksien paksuus ja oksakulma. Oksakulma tarkoittaa oksan ja rungon välistä kulmaa.

Oksien määrä on näistä näkyvin muuttuja ja mahdollisimman vähänoksaista puuta pidetään parhaana. Oksien määrään vaikuttaa perintötekijät sekä ympäristö. Vaikuttai-

si kuitenkin siltä, että perintötekijät ovat merkittävämmässä osassa puun oksien määrään verrattuna ympäristötekijöihin. Männyn siemenviljelyksillä tehdyt kokeet kertovat, että oksien määrän vaihtelusta noin 13 prosenttia on ympäristön aiheuttamaan vaihtelua. Tästä voidaan päätellä, että jalostamalla saadaan vähänoksisempia puita ja täten parempaa puutavaraa sahoille. (Rautiainen 1971.)

Oksakulma on myös merkittävä puutavaran laatuun vaikuttava tekijä. Kulma mitataan asteina verrattuna runkoon. Mitä suurempi oksakulma on, sen parempi on puun laatu. Samaan tapaan kuin oksien määrää voidaan oksien kulmaan vaikuttaa perintötekijöillä. Perintötekijöiden vaikutus ei ole kuitenkaan yhtä suuri kuin oksien määrässä. On kuitenkin todettu että jalostamalla voidaan vaikuttaa oksakulmaan. (Rautiainen 1971.)

4.2 Kasvulliset ominaisuudet

Odotettavissa oleva nopea ilmastonmuutos vaatii jatkossa puilta laajempaa viljelyvarmuutta ja sopeutuminen erilaisiin ympäristöolosuhteisiin tulee entistä tärkeämmäksi. Nykyisissä jalostusohjelmissa viljelyvarmuutta pyritään parantamaan testaamalla jatkovalintaan valitut ehdokasaineistot useilla eri koepaikoilla, joissa on erilaiset ympäristöolosuhteet. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Koska metsänjalostustyö on hyvin pitkäjänteistä, jalostustavoitteiden on oltava melko yleisluonteisia ja kauaskantoisia. Jalostustavoitteiden muuttaminen kesken jalostusprosessin johtaa vääjäämättä siihen, että joistakin jo saavutetuista parannuksista on alettava tinkiä. Puilla vaihtelee perinnöllisesti myös puuaineksen laatu ja puuaineen kemialliset ainesosat. On havaittu että puuaineksen tiheys, kuitupitoisuus, lahonkestävyys ja nisäkäsresistenssi ovat perinnöllisen vaihtelun vaikutuksessa. Olisi täysin mahdollista ottaa jalostuksen kohteeksi jokin yksittäinen ominaisuus, kuten kuitupitoisuus, ja jalostaa vain sen perusteella. Jalostusprosessin eteneminen voisi olla lisäksi hyvinkin nopeaa, mutta edellytyksenä on pienten erillisten jalostusaineistojen käyttö, jolloin muut jalostustavoitteet jouduttaisiin suurelta osin unohtamaan. (Tasanen 2010.)

4.3 Tuhojen vastustus

Yksi tärkeä ominaisuus puilla on niiden kyky vastustaa erilaisia tuhoja. Jalostuksella voidaan vaikuttaa puun vastustus kykyyn sekä biotettisia että abiotettisia tuhoja vastaan. Vastustuskyky abiotettisia tuhoja vastaan on varsinkin tärkeää. Ilmastomuutoksen tuomat vaihtelut paikalliseen ilmastoon ja säähän lisäävät ääri-ilmiöitä kuten kuivuutta ja myrskyjä. Kanadassa lämpeneminen aiheuttaa kuivuutta kasvavassa määrin jo nyt. Kuivuus haittaa puiden kasvua ja selviämistä jo yksinkin, mutta se tuo mukanaan myös suuremman metsäpaloriskin. Lisäksi kuivuus siirtää boreaalisia havumetsiä yhä pohjoisemmaksi. Koska Kanada sijaitsee pitkälti samoilla leveyspiireillä, voidaan olettaa, että Suomeen muutos vaikuttaa samalla tavalla. (Toivonen 2005.)

Hyönteistuhojen oletetaan lisääntyvän, koska hyönteisten levinneisyysalueet laajenevat. Lajit, jotka eivät aiemmin viihtyneet viileämmässä ilmastossa, levittäytyvät pohjoisemmaksi. Tämä voi tuoda maahamme jopa ennen tänne kuulumattomia tuhohyönteisiä. Jalostuksella on vaikea torjua itse tuhoja, mutta tuhoista selviämiseen voidaan helposti vaikuttaa perintötekijöiden muuntelulla. (Toivonen 2005.)

5 JALOSTUKSEN HYÖDYT

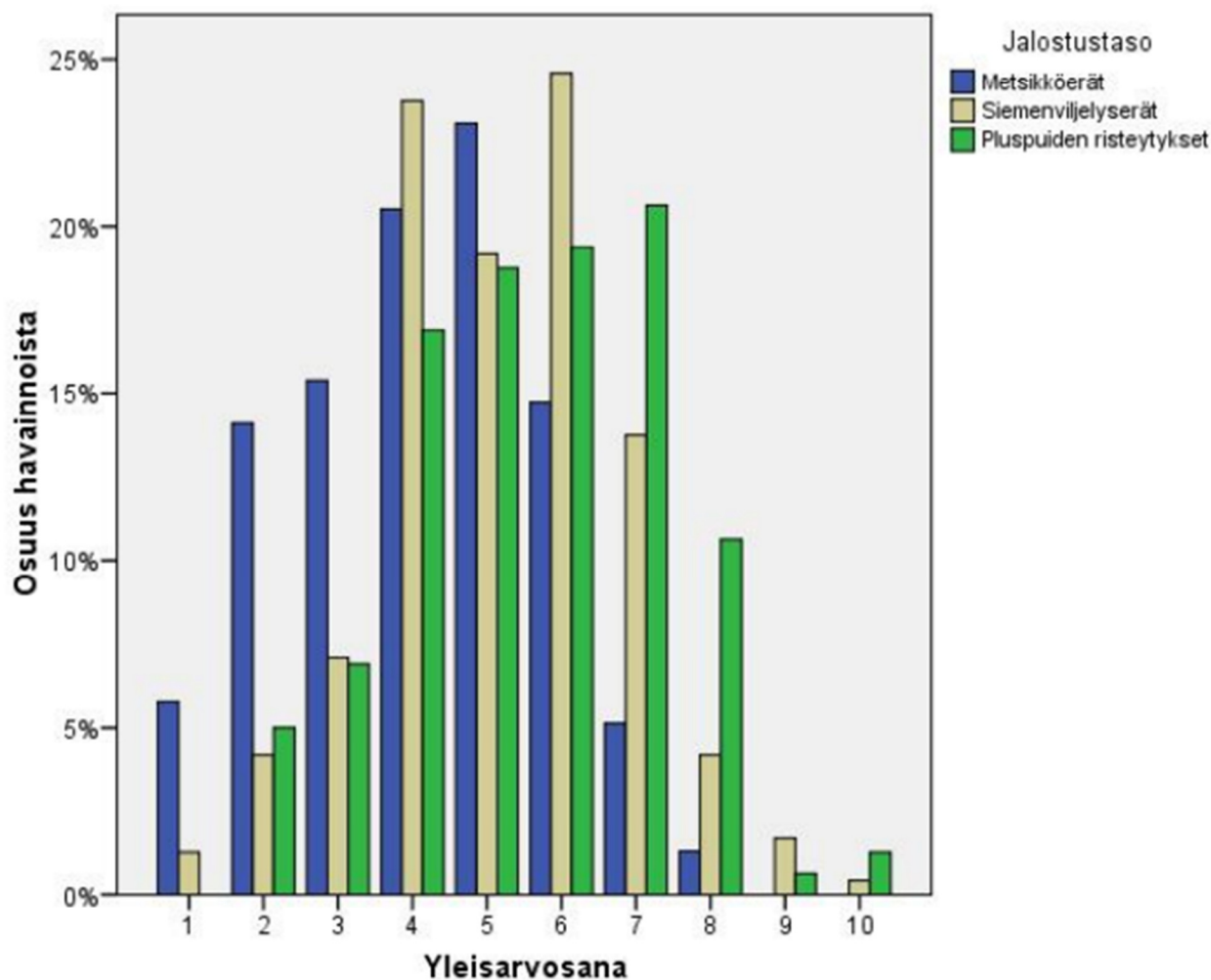
Puiden pitkän kiertoajan vuoksi metsänjalostus on hyvin hidasta verrattuna muiden kasvien jalostukseen. Männyllä ja kuusella on Suomessa meneillään siirtymävaihe ensimmäisestä sukupolvesta, eli jalostussyklistä, toiseen sukupolveen. Maailmalla jalostus ei ole edennyt paljoa Suomen jalostusohjelmia pidemmälle, eikä muuallakaan olla kolmatta sukupolvea pidemmällä. Jalostushyödyksi kutsutaan valintajalostuksella tuotettua muutosta jalostettavan ominaisuuden keskiarvossa. Yleensä se ilmaistaan prosentteina, jossa verrataan jalostettua aineistoa suhteessa jalostamattoman aineiston keskiarvoon. (Haapanen 2008.)

5.1 Mänty

Koska jalostus toiminta on niin hidasta, on vastikään saatu uusia tuloksia 10 – 18 -vuotiaiden siemenviljelyserien menestymisestä mittauksissa. Aikaisemmat jälkeläiskokeisiin perustuvat arviot ovat olleet paljon pienempiä ja niissä on arvioitu vain muu-

taman prosentin parannusta. Uusissa mittauksissa ilmeni 5 - 15 prosenttia nopeampaa kasvua verrattuna metsikköeriin. Vielä suurempaa eroa verrattuna metsikkösiemeneen oli rungon tilavuuskasvussa, jossa havaittiin useassa kokeessa jopa 15–20 prosentin paremmuutta. Lisäksi osassa koeviljelyksiä havaittiin, että pinta-alayksikköä kohden laskettu puuntuotoksen jalostushyöty ylitti tilavuudelle lasketun jalostushyödyn. Tämä antaa viitteitä siitä, että siemenviljelysjätkeläisten elinvoimaisuus ja elävyys on myös jonkin verran metsikkösiementä parempaa. (Haapanen 2008.)

Jalostuskokeissa puut arvioidaan silmävaraisesti kymmenluokkaisella asteikolla. Arvioissa otetaan huomioon puun koko, oksanpaksuus, oksakulma, yleinen elinvoimaisuus ja kasvumuoto. Jalostetusta materiaalista kasvatetut puut suoriutuvat arviosta selvästi paremmin kuin metsikkösiemenestä kasvaneet puut. Tuloksissa huomaa selvästi kuinka kolmessa parhaassa arvosanaluokassa on lähes pelkästään pluspuiden jätkeläisiä (kuvio 1). Kolmen huonoimman arvosanan luokissa metsikköerät ovat selvästi enemmistössä. Tuloksista voidaan päätellä että jalostetulla aineistolla päästään kiertoajan lopulla selvästi parempi laatuiseen metsikköön. (Haapanen 2008.)



KUVIO 1. Vertailussa männyn metsikkösiemen, taustapölytteinen 1. polven siemenerä ja hyvien pluspuiden risteytyserä (Haapanen 2008).

Kenttäkoetulokset antavat varsin positiivisen kuvan männyn jalostuksen onnistumisesta, mutta tulokset voisivat olla vielä paremmat. Kokeissa mukana olleissa viljelyksissä on paljon perimältään heikkoja puita, jotka eivät ole kelvanneet uudempiin valiosiemenviljelyksiin. Lisäksi koeviljelyksen muodostamiseen käytetyt siemenet ovat kerätty varhaisilta siemenviljelyksiltä, joissa ne ovat luultavasti pölyttyneet lähes täysin viljelyksen ulkopuolelta tulleella siitepölyllä. (Haapanen 2008.)

Kokeissa on ollut myös mukana pluspuiden risteytyksiä. Osa risteytyksistä on kasvanut selvästi nopeammin ja ne ovat olleet vielä laadukkaampia kuin 1. polven siemenviljelyaineisto. Pluspuiden risteytykset antavatkin viitteitä siitä, millainen jalostuksen maksimaalinen hyöty voisi olla, jos taustapölyn aiheuttama rasitus saataisiin poistettua. (Tasanen 2010.)

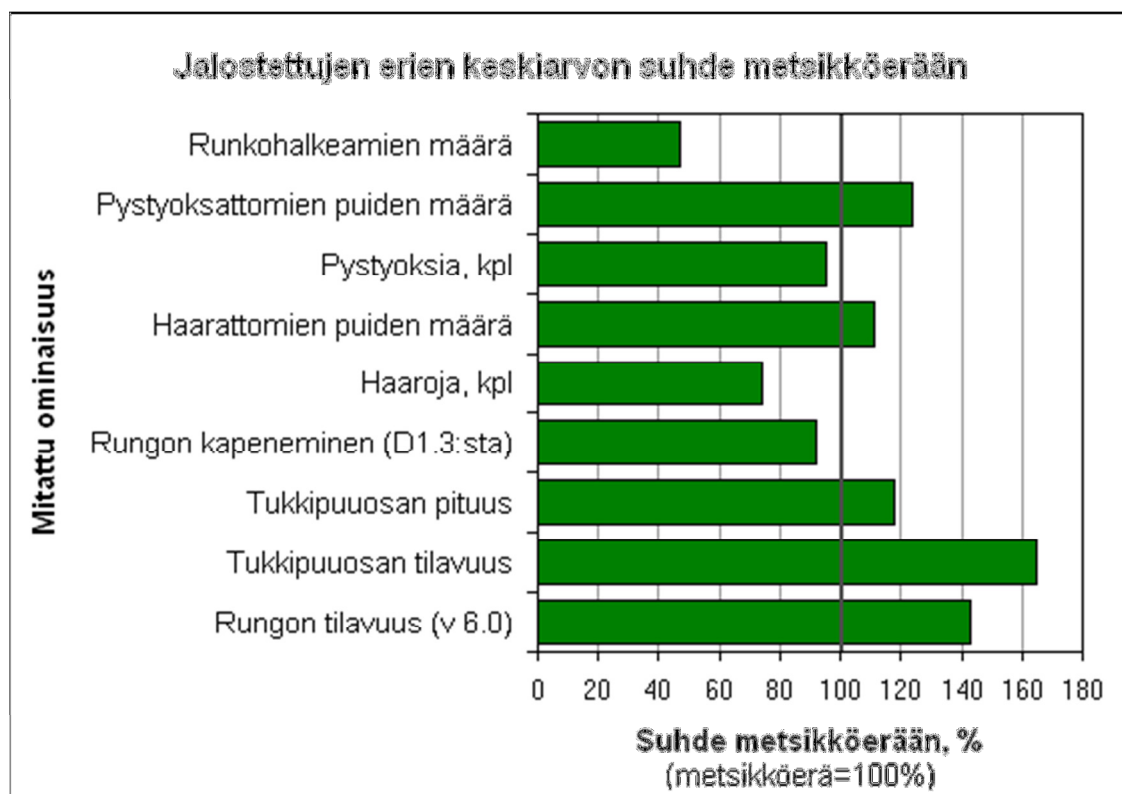
5.2 Kuusi

Kuusen jalostushyötyjen tutkiminen ei ole edennyt vielä yhtä pitkälle kuin männyn. Jälkeläiskokeet ovat toistaiseksi vielä niin nuoria eikä niitä ole yhtä paljon kuin männyllä. On hyvin todennäköistä että kuusen tulokset jäävät männyn tuloksia pienemmiksi, eikä ensimmäisessä sukupolvessa saavuteta samanlaista hyötyä kuin männyllä. Tämä johtuu osittain siitä, ettei kuusen fenotyypin pluspuuvalinta ole onnistunut yhtä hyvin kuin iältään tasarakenteisimmissä männiköissä. (MetINFO – Metsänjalostus 2010.)

Jalostuksen hyötyjä on kuitenkin havaittavissa kuusellakin. Pohjois-Suomessa on todettu, että pituuskasvu on noin 10 prosenttia parempi kuin metsikköerillä. Etelä-Suomessa sijaitsevilla koealoilla on myös mitattu noin 5 prosenttia parempaa pituuskasvua. Pituuskasvun jalostushyödyt ovat siis melko samanlaisia kuin männyllä. Tilavuuskasvusta ei ole vielä toistaiseksi saatu riittäviä tutkimusaineistoja vertailun tekemiseen. (Haapanen 2008.)

5.3 Koivu

Koska koivun siemenviljely tapahtuu muovihalleissa ja on tehokkaampaa kuin männyn tai kuusen avosiemenviljely, koivun jalostus on pidemmällä kuin muilla pääpuulaejeilla. Kasvatetuissa koe-erissä on mitattu 20 - 26 %:n lisäystä rungon tilavuuskasvussa. Koivulla on myös saatu parannettua puiden laatua huomattavasti (kuvio 2). Esimerkiksi runkojen muodossa on havaittu selkeää parannusta, mistä on hyötyä vaneriteollisuudelle. (Haapanen 2008.)



KUVIO 2. Nurmijärvellä tehdyn jälkeläiskokeen 602/1 tulokset. Kokeessa olleiden erien keskimääräinen suoriutuminen verrattuna jalostamattomaan puustoon (MetINFO – Metsänjalostus 2010).

Visakoivu on toinen jalostuksen ja kloonauksen menestystarina. Visakoivu on rauduskoivun muunnos ja on maamme arvokkain puulaji, jos arvoa mitataan hehtaari tuotolla.

Visakoivu kasvaa myös luonnonvaraisena, mutta ilman kloonausta visakoivun kasvatusta ei olisi lähellekään yhtä kannattavaa kuin mitä se kloonamalla on. Siemenistä kylvetyssä visakoivikossa vain noin puolet koivuista visoituu, mutta kloonauksen avulla päästään 100 prosentin visautumiseen.

5.4 Siperianlehtikuusi

Siperianlehtikuusen jalostus alkoi samalla tavalla kuin pääpuulajienkin jalostus eli pluspuiden valinnalla, mikä aloitettiin 1950-luvulla. Kaikkiaan kantapuita valittiin 364 kappaletta. Tällä hetkellä siemenviljelyksillä on 121 kloonina kantapuina. Näistä vain 57 on edennyt jälkeläiskokeisiin. Jälkeläiskokeet ovat toistaiseksi vielä niin alkuvaiheessa että tarkkoja mittaustuloksia jalostuksen hyödyistä ei ole. (Lepistö & Napola 2005.)

5.5 Hybridihaapa

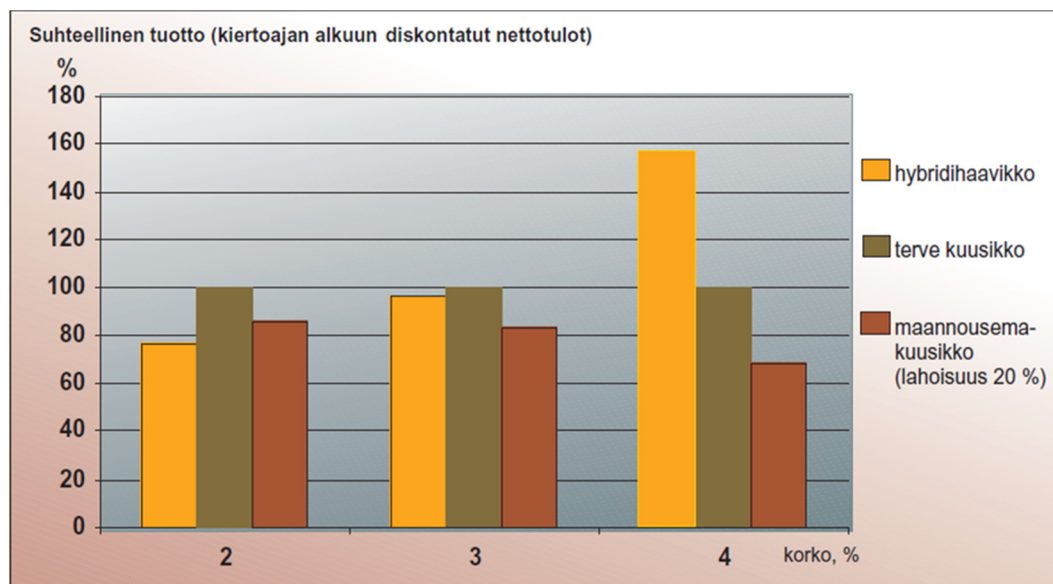
Hybridihaapa on yksi jalostuksen onnistuneimmista tuotteista (kuvio 3). Se on risteytys eurooppalaista metsähaapaa ja amerikkalaista haapaa (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*). Hybridihaapa on vielä nopea kasvuisampi kuin kotimainen haapamme, joten jalostuksen mielenkiinto on kohdistunut erityisesti siihen. Suomessa hybridihaavan jalostustutkimus aloitettiin jo noin 50 vuotta sitten. Silloin perustettiin ensimmäiset hybridihaapaviljelykset. (Hynynen 2003.)

Kiinnostus haapaa kohtaa ei ole pysynyt jatkuvasti hyvänä, mutta 1990-luvun alussa kiinnostus kasvoi, koska massa- ja paperiteollisuus tarvitsi lyhytkuituista raaka-ainetta. Teollisuuden huomio kiinnittyi haapaan, joka on kotimaisista puulajeista nopeakasvuinen. Haapa myös soveltuu kasvatettavaksi paikoilla, joissa kuusi kärsii juurikäävästä. Haapa kasvaa luontaisestikin kloonimetsikkönä, joten se soveltuu ongelmitta kaupallisen kloonimetsätalouden normeihin. Haavan kasvatuksessa ei siis tarvitse huomioida vaikutuksia geneettiseen monimuotoisuuteen. (Häggman & Oksa 1999, 26.)

Vanhimpien kestokokeiden tulosten perusteella tiedetään, että hybridihaavikko voi saavuttaa jopa 25 metrin pituuden 25 vuodessa ja tuottaa noin 300 kuutiometriä puuta hehtaarille. Hybridihaapa onkin varteenotettava vaihtoehto kuuselle, jos kasvupaikka on vähintään lehtomainen kangas tai mielellään vielä ravinteikkaampi. (Hynynen 2003.)

Hybridihaavan kannattavuus perustuu pääoman korkeaan korkovaatimukseen. Mitä korkeampi korkovaatimus, sitä kannattavampi hybridihaavan kasvatusta on kuuseen verrattuna. Kuusikon kasvatusta on haavan kasvatusta kannattavampaa silloin, jos pää-

oman tuotolle asetettu korkovaatimus on alle 4 prosenttia. Koron ollessa 4 prosenttia tai enemmän hybridihaapa on kannattavampi vaihtoehto. Kuusikoita vaivaava maannousema parantaa haavan kannattavuutta verrattuna kuuseen jo pienemmälläkin korkokannalla. (Hynynen 2003.)



KUVIO 3. Hybridihaavan tuotto verrattuna kuuseen (Hynynen 2003).

6 POHDINTA

Vaikka tutkimustuloksia metsäpuiden jalostuksesta on vielä melko vähän, on selvää että jalostuksen avulla voidaan kasvattaa enemmän puuta ja lyhyemmässä ajassa. Esimerkkinä männyn ensimmäisen polven jälkeläiskokeet, joissa tilavuuskasvussa havaittiin 20 prosentin ero metsikkösiemeneseen. Samansuuntaisia tuloksia on havaittu muillakin lajeilla. Suomessa kieroajat ovat pitkiä verrattuna puiden kasvuun etelämpänä. Jos kiertoaajasta saadaan lohkaistua vaikka 10 vuotta pois, on sillä suuri merkitys Suomen metsätalouden kannattavuuteen.

Puiden laatua pystytään myös parantamaan jalostuksella huomattavasti. Jälkeläiskokeissa jalostettujen puiden jälkeläiset erottuivat laadullisesti edukseen, kun niitä verrattiin metsikkösiemenistä kasvaneisiin yksilöihin. Laadun paranemisesta hyötyy etenkin sahateollisuus, jolle puun laatu on tärkeä tekijä. Samalla hyötyy metsänomistaja, kun tukkipuun osuus kasvaa jalostuksen myötä, minkä ansiosta metsänomistaja saa

paremmin hinnan puistaan. Laadun paraneminen vaikuttaa myös raakkien määrään ja näin ollen puuta ei mene hukkaan.

Metsänjalostus on tällä hetkellä valtion rahoittamaa toimintaa, josta Metsäntutkimuslaitos on vastuussa. Metsänomistajat pääsevät nauttimaan jalostuksen hyödyistä parempilaatuisten siementen muodossa. Metsänomistajia olisi hyvä valistaa jalostetun siemenen hyödyistä verrattuna metsikkösiemeneen. Jalostetusta materiaalista koostuvat metsiköt pölyttäisivät tulevaisuudessa myös luonnonmukaisia metsiköitä. Näin jalostetut ominaisuudet siirtyisivät myös automaattisesti jälkeläisten kautta luonnonpopulaatioon.

Jälkeläiskokeissa saadut tulokset antavat varsin selkeän kuvan, että jalostus on Suomessa vasta alkuaskeleillaan. Jos ensimmäisten sukupolvien aikana saadaan aikaan jo kymmenien prosenttien nousua kasvussa, on selvää että puuntuotosta ja kasvunopeutta on mahdollista kasvattaa vielä huomattavasti. Hyvät tulokset antavatkin varmasti varmuutta jalostuksen jatkumisesta. Oletettavaa kuitenkin on, että saadut hyödyt tulevat jossakin vaiheessa pienenemään.

Jalostuksesta voi olla myös hyötyä sopeutumisessa mahdolliseen nopeaan ilmastonmuutokseen. Mutaatioiden avulla saadaan tuotettua muutoksia puiden ominaisuuksiin. Esimerkiksi puiden selviämistä ääriolosuhteissa voidaan parantaa suosimalla ominaisuuksia, jotka edesauttavat selviämistä. Jalostuksen avulla voidaan myös osittain estää ilmastonmuutoksen kiihtymistä. Metsät sitovat hiiltä ja estävät sen pääsyn vapaana ilmakehään. Jalostuksella saadaan metsiin enemmän biomassaa sitomaan hiiltä.

LÄHTEET

- Gascoigne, Bamber 2001. History of the domestication of animals. WWW-dokumentti.
<http://www.historyworld.net/wrldhis/PlainTextHistories.asp?groupid=1817&HistoryID=ab57>rack=pthc>. Ei päivästietoja. Luettu 25.11.2011.
- Haapanen, Matti & Mikola, Jouni 2008. Metsänjalostus 2050 — pitkän aikavälin metsänjalostusohjelma. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp071.pdf>. Päivitetty 16.02.2009. Luettu 7.12.2011.
- Hynynen, Jari 2003. Hybridihaapa – nopea kasvuisin puulajimme. PDF-dokumentti.
<http://www.metla.fi/asiakaslehti/2003/2003-4/2003-4-hynynen.pdf>. Päivitetty 22.12.2003. Luettu 28.10.2011.
- Häggman, Juhani & Oksa, Esko 1999. Metsänjalostuksen monimuotoisuus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 753. Punkaharjun tutkimusasema: Metsäntutkimuslaitos.
- Krista, Kimmo 2007. A seed's route from cone to point of sale is precisely known. WWW-dokumentti.
<http://www.forest.fi/smyforest/foresteng.nsf/0/ad274699afa0bdc3c22572d600320719?OpenDocument#popupPic>. Päivitetty 10.5.2007. Luettu 20.3.2012.
- Leino, Raili 2008. Mikrolisäys tuo Suomeen lisää puuta. WWW-dokumentti.
<http://www.tekniikkatalous.fi/metsa/mikrolisays+tuo+suomeen+lisaa+puuta/a54084>. Päivitetty 10.1.2008. Luettu 20.3.2012.
- Lepistö, Martti & Napola, Jaakko 2005. Siperianlehtikuusi – viljely, käyttö ja jalostus. PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff05/ff052186.pdf>. Ei päivystietoja. Luettu 22.3.2012.
- Lineberger, Daniel 1980. Tissue culture of woody plants. WWW-dokumentti.
<http://aggie-horticulture.tamu.edu/tisscult/microprop/woodypl.html>. Ei päivystietoja. Luettu 20.3.2012.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2011. Metsäpuiden siementarvearviotyöryhmän muistio. PDF-dokumentti.
http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmanmuistiot/newfolder_25/5yotQcGEM/FINAL_MMM-97783-v1-Siementarvearviotyoryhman_muistio__2_.pdf. Päivitetty 31.3.2011. Luettu 16.2.2012.
- MetINFO – Metsänjalostus 2010. WWW-dokumentti.
<http://www.metla.fi/metinfo/jalostus/index.htm>. Päivitetty 23.8.2010. Luettu 25.11.2011.
- Metsänjalostussäätiö 2010. WWW-dokumentti.
<http://www.metsanjalostussaatio.fi/index.htm>. Ei päivystietoja. Luettu 7.12.2011.

Metsätieteiden laitos 2006. WWW-dokumentti.

http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/betula_pendula.html. Ei päivitystietoja. Luettu 7.2.2012.

Nikkanen, Teijo & Antola, Jukka 1998. Männyn valiosiemenviljelysten perustamisperiaatteet. PDF-dokumentti. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff98/ff983421.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 13.2.2012.

Pinkka Lajituntemuksen oppimisympäristö 2006. WWW-dokumentti.

<http://www.helsinki.fi/pinkka/index.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 15.3.2012.

Rautiainen, Pekka 1971. Ympäristö- ja perintötekijöiden vaikutus männyn ilmiasuun Pohjois-Karjalan piirimetsälautakunnan siemenviljelyksessä Tohmajärvellä. PDF-dokumentti.

http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=m%C3%A4nty%20oksalma&source=web&cd=6&ved=0CEcQFjAF&url=https%3A%2F%2Fhelda.helsinki.fi%2Fbitstream%2Fhandle%2F10138%2F14658%2F5-No%25204_Rautiainen.pdf%3Fsequence%3D1&ei=VsVdT6alMtHQ4QTixqWtDw&usg=AFQjCNFc-vi37o32xtKFjNhwtXhL-PQjKw&cad=rja. Ei päivitystietoja. Luettu 7.2.2012.

Tasanen, Tapani 2010. Siemenestä taimeksi. PDF-dokumentti.

<http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/02DE560A-8EBB-4345-98B1-B82CC46C1779/0/Siemenest%C3%A4taimeksi2.pdf>. Päivitetty 20.4.2011. Luettu 2.11.2011.

Toivonen Heikki 2005. Ilmastonmuutos näkyy jo Kanadan luonnossa. WWW-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=149169>. Päivitetty 2.9.2005. Luettu 25.4.2012.

YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö 2003. Crop breeding: the Green Revolution and the preceding millennia. WWW-dokumentti.

<http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo2.htm>. Ei päivitystietoja. Luettu 25.11.2011.