

# KOIVUN TAIMIKASVATUS KASVIHUONEESSA

Heini Lehisto

Nina Tolonen

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Tekijät: Heini Lehisto & Nina Tolonen  
Opinnäytetyön nimi: Koivun taimikasvatus kasvihuoneessa  
Ohjaaja: Sami Talonen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2011  
Sivumäärä: 63 + liitteitä 8

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aihe saatiin yksityisten tilaajien toimesta Oulun seudun ammattikorkeakoulun luonnonvara-alan yksikön välityksellä. Tavoitteena oli selvittää, kuinka nopeasti koivuntaimet saadaan kasvihuoneessa kasvamaan ja vertailla eri kasvatustapojen vaikutusta niiden kasvuun. Haluttiin myös tietää saadaanko siemenet itämään koivun normaalin kasvukauden ulkopuolella eli käytännössä onnistuuko koivuntaimien kasvattaminen ympärivuotisesti.

Työtä varten hankittiin teoriatietoa sekä kotimaisista että ulkomaisista lähteistä. Teoriapohjaa hyödyntäen suoritettiin vuoden 2010 heinä-lokakuussa taimikasvatuskoe ja pienimuotoinen varastointikoe, sekä marraskuussa erillinen itävyysmääritys. Kokeet suoritettiin Oulun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan koekasvatustilassa, jossa olosuhteet oli säädettävissä halutulla tavalla.

Koivun siemenet saatiin itämään kiitettävästi niin kesän kuin loppusyksyn kokeissa. Tämän perusteella ympärivuotinen kasvatus voisi olla mahdollista, mutta taimikasvatuskokeita myös talviaikaan olisi hyvä tehdä asian varmistamiseksi. Varsinaisen kasvatuskokeen aikana koivuntaimien kasvu oli melko nopeaa ja tasaista. Varastointikoe osoitti, että viikon varastointi pimeässä ja viileässä oli liian pitkä aika koivuntaimien laadun kannalta. Jo neljän päivän kuluttua varastoinnin aloittamisesta taimien kunto oli heikentynyt hieman.

Opinnäytetyön tulosten perusteella koivuntaimien kasvatus kasvihuoneessa on siis mahdollista. Lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan, jotta saadaan kehitettyä kustannustehokas ja hyvä viljelytapa koivuntaimille. Myös sopivia varastointiolosuhteita olisi hyvä selvittää tarkemmin, jotta taimille voitaisiin taata mahdollisimman hyvä kestävyys.

Authors: Heini Lehisto & Nina Tolonen  
Title of thesis: Seedling cultivation of birch in greenhouse  
Supervisor: Sami Talonen  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2011  
Number of pages: 63 + appendices 8

---

## **ABSTRACT**

The subject of thesis was given to Oulu University of Applied Sciences by two persons. The purpose of this thesis was to find out whether it is possible to grow birch seedlings in greenhouse and what kind of growing method gives the best result. One aim of the thesis was to see if it is possible for the birch seeds to germinate outside of the normal growing season and that way find out whether birch seedlings can be cultivated throughout the year.

Theory about birch and its cultivation was gathered for the thesis. Both Finnish and foreign sources were used. Based on the theory a cultivation experiment and a small storage test were conducted between July and October 2010. Also a germinability test was conducted in November. Tests were executed in a small experimental greenhouse room of University of Oulu Botanical Gardens. Climatic conditions in the room were adjustable.

Birch seeds germinated well in both tests. Based on the results it seems to be possible to cultivate birch throughout the year but cultivation experiments should be conducted also in winter time to ensure the results. Birch seedlings grew quite fast in the experiment period. Storage test proved that one week storing in dark and cool conditions was too much for the birch seedlings. The quality of seedlings lowered already after four days of storing.

It seems to be possible to grow birch seedlings in greenhouse based on the results of the thesis. Further studies are needed however to develop the best and most cost-effective cultivation method for producing birch seedlings of good quality. For example proper storage conditions should be explored more.

---

Keywords: birches, cultivation, greenhouse cultivation

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT .....	4
1 JOHDANTO .....	7
2 KOIVUN BIOLOGIAA .....	8
2.1 Koivulajit ja levinneisyys .....	8
2.2 Koivun käyttö Suomessa .....	10
2.3 Koivun kasvutapa ja -rytmi .....	10
2.4 Alkuperän vaikutus kasvuun.....	11
3 KOIVUN LISÄYSMENETELMÄT .....	13
3.1 Pistokaslisäys.....	13
3.2 Mikrolisäys.....	14
3.3 Siemenlisäys .....	14
3.3.1 Siemenen itäminen.....	15
3.3.2 Siementen käsittely siemenhorroksen purkamiseksi.....	16
3.3.3 Lisäysolosuhteet.....	16
3.3.4 Itävyyismäärityksen suorittaminen .....	18
4 KOIVUN PAAKKUTAIMIKASVATUS.....	20
4.1 Kasvatusolosuhteet.....	20
4.1.1 Kasvatusalusta .....	20
4.1.2 Lämpötila .....	21
4.1.3 Valaistus .....	22
4.1.4 Kastelu ja ilmankosteus .....	22
4.1.5 Lannoitus .....	23
4.1.6 Kasvunsäätö.....	24
4.2 Kuljetus ja varastointi.....	24
4.3 Kasvinsuojelu .....	25
4.3.1 Tuholaiset .....	25
4.3.2 Taudit .....	29
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS.....	31
6 KASVATUSKOKEEN SUORITTAMINEN.....	33
6.1 Tarkoitus ja tavoitteet.....	33

6.2	Siementen kylvö ja idätys .....	33
6.3	Taimikasvatusolosuhteet kokeen aikana .....	34
6.3.1	Lämpötila .....	34
6.3.2	Valaistus .....	34
6.3.3	Kasvualustan seuranta.....	35
6.3.4	Kastelu ja ilmankosteus .....	35
6.3.5	Lannoitus .....	36
6.3.6	Kasvinsuojelu kokeen aikana .....	37
6.3.7	Kasvikohtainen seuranta.....	37
7	VARASTOINTIKOE .....	38
8	ITÄVYYSMÄÄRITYS .....	39
9	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	40
9.1	Kasvatuskokeen tulokset.....	40
9.1.1	Itävyysmäärityksen tulokset.....	40
9.1.2	Lämpötila .....	42
9.1.3	Valaistus .....	43
9.1.4	Kasvualustan seuranta.....	44
9.1.5	Ilmankosteus.....	44
9.1.6	Kasvinsuojelutoimenpiteet .....	46
9.1.7	Kasvikohtainen seuranta.....	47
9.2	Varastointikokeen tulokset.....	48
9.3	Itävyysmäärityksen tulokset.....	49
9.3.1	Olosuhteet.....	49
9.3.2	Itävyys.....	50
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	53
11	POHDINTA .....	55
	LÄHTEET.....	58
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Luonnonvaraiset koivulajit Suomessa ovat raudus-, hies- ja vaivaiskoivu. Näiden lisäksi maailmalla esiintyy runsaasti erilaisia lajeja, alalajeja, muotoja ja muunnoksia. Koivun viljely Suomessa painottuu lähinnä metsätalouden tarpeisiin ja jonkin verran koristekasvikäyttöön. Taimet kasvatetaan useimmiten avomaalla tai kausihuoneissa normaalin kasvukauden puitteissa. Yleisin lisäystapa koivun viljelyssä on siemenlisäys, jota käytettiin myös tähän opinnäytetyöhön liittyvissä kasvatuskokeissa.

Opinnäytetyön tilaajina toimivat yksityishenkilöt, jotka ottivat yhteyttä Oulun seudun ammattikorkeakoulun Luonnonvara-alan yksikköön. Työn tarkoituksena oli selvittää, onko koivun taimikasvatus mahdollista kasvihuoneolosuhteissa ja kuinka nopeasti taimet saadaan kasvamaan halutun kokoiseksi. Tarkoituksena oli myös selvittää, onnistuuko siementen itäminen normaalin kasvukauden ulkopuolella keinovaloa apuna käyttäen. Myös kahden eri koivulajin kasvun ja erilaisten kasvatusastioiden vaikutuksen vertailu oli osana tutkimusta. Koivun taimikasvatusta kasvihuoneessa ei juurikaan harjoiteta, eikä talvikauden kasvatuksesta ole julkaistua tietoa. Jonkin verran tutkimustuloksia löytyy kuitenkin laboratorio-olosuhteissa tehdyistä lisäyskokeista, joita on tehty eri vuodenaikoina.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta sekä kasvatus- ja idätyskokeiden suorittamisesta. Työn alussa esitellään teorian tietoa koivusta sekä muun muassa sen käytöstä, lisäämisestä ja taimikasvatuksesta. Nämä tiedot hankittiin kotimaisista ja ulkomaisista lähteistä, niin kirjallisista kuin verkkojulkaisuistakin. Teoriaosuuden jälkeen esitellään tutkimuksen suoritusmenetelmät ja kokeiden tulokset. Lopuksi tarkastellaan tuloksia ja niistä tehtyjä johtopäätöksiä sekä pohditaan työn suoritusta ja onnistumista.

## 2 KOIVUN BIOLOGIAA

Koivut kuuluvat Betulaceae- eli koivukasvien heimoon ja Betula-sukuun. Koivuja on sekä puita että pensaita ja varpuja. Ne ovat puuvartisia, kesävihantia ja tuulipölytteisiä kasveja. Suvun koivuille on yhteistä myös haarajatkoinen kasvutapa, eli koivun kasvu ei jatku päätesilmusta vaan jostakin alemmasta hankasilmusta. (Hämet-Ahti, Palmén, Alanko & Tigerstedt 1992, 107; Raulo 1981, 12; Viherä-Aarnio 2008, 20-25.) Koivut ovat pioneerilajeja eli ne kasvavat ensimmäisten kasvien joukossa esimerkiksi hakkuun tai metsäpalon jälkeen. Tehokas lisääntyminen ja leviäminen ovat pioneerilajien vahvuuksia.

### 2.1 Koivulajit ja levinneisyys

Suomessa luonnonvaraisena kasvavat raudus-, hies- ja vaivaiskoivu. Kahdella ensin mainitulla on lisäksi useita alalajeja, muunnoksia ja muotoja, jotka eroavat toisistaan esimerkiksi kasvutavan tai lehtien värin perusteella. Suomen luonnonvaraiset koivulajit eivät yleensä risteidy keskenään, koska ne muun muassa kukkivat eriaikaisesti. Lisäksi hies- ja rauduskoivun välillä on inkompatibiliteetti eli risteytymisen estomekanismi, joka estää toisen lajin siitepölyn itämisen toisen lajin kukassa, vaikka kukinta tapahtuisikin samanaikaisesti. Ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta kuten Pohjois-Suomen kylmissä olosuhteissa tämä estomekanismi kuitenkin heikkenee ja lajien on mahdollista risteytyä. (Viherä-Aarnio 2008, 21-25.) Vaivais- ja hieskoivun risteytyminen on jopa suhteellisen yleistä pohjoisessa, mistä seurauksena on esimerkiksi hieskoivun alalajiksi luettavan tunturikoivun (*Betula pubescens* Ehrh. ssp. *czerepanovii* (Orlova)) kehittyminen (Neuvonen 2008, 26).

Rauduskoivu (*Betula pendula* Roth) viihtyy monenlaisilla kasvupaikoilla ja kasvaa lähes koko Suomessa. Sen levinneisyys ulottuu pitkälle Aasiaan ja kattaa lähes koko Euroopan. (Viherä-Aarnio 2008, 27-29.) Rauduskoivua arvostetaan etenkin kuusimetsien sekapuuna, sillä se parantaa maaperää ja lisää kuusen kasvua (Hämet-Ahti ym. 1992, 36).

Hieskoivu (*Betula pubescens* Ehrh.) kasvaa monenlaisilla kasvupaikoilla koko Suomessa. Se viihtyy rauduskoivua paremmin kosteilla kasvupaikoilla ja kestää paremmin viileää ilmastoa, joten hieskoivu onkin Suomessa pääosin rauduskoivua yleisempi. Hieskoivun levinneisyys vastaa suurilta osin rauduskoivun levinneisyysaluetta, mutta on kokonaisuudessaan hieman pohjoisempi.

(Viherä-Aarnio 2008, 29-30.) Hieskoivulla on raudusta parempi vastustuskyky useita sienitauteja vastaan (Raulo 1981, 107). Hieskoivumetsiköihin voi syntyä luontaisesti kuusitaimikoita, joille koivut tarjoavat hyvän suojan hallaa vastaan. Tällaisissa paikoissa on mahdollista jatkaa kuusen kasvattamista hieskoivun korjuun jälkeen. (Hämet-Ahti ym. 1992, 36.) Hieskoivu parantaa rauduskoivun tapaan maaperää muun muassa kohottamalla pH:ta, lisäämällä ravinteita ja kuohkeuttamalla maata (Huopalainen, hakupäivä 31.5.2010).

### **Koivulajien erikoismuotoja**

Rauduskoivulla on enemmän erikoismuotoja kuin hieskoivulla. Näitä ovat muun muassa pirkkalan-, loimaan-, taalain-, palmerin- ja purppurakoivu. (Viherä-Aarnio 2008, 24-25.) Pirkkalankoivulla (*Betula pendula* f. *bircaensis* (Mela)) on parihalkoinen lehtilapa, jonka liuskat ovat ehytlaitaisia. Muotoa tavataan harvinaisena luonnossa Etelä-Hämeessä. Loimaankoivun (*B. pendula* f. *crispa* (Reichenb.)) lehdet ovat myös parihalkoiset, mutta liuskojen laidat ovat tiheään sahapaisiset. Sitä tavataan harvinaisena luonnossa Etelä-Suomessa, esimerkiksi Etelä-Karjalassa ja Satakunnassa. Pirkkalan- ja loimaankoivua muistuttaa vielä taalainkoivu (*B. pendula* 'Dalecarlica'), jonka lehdet ovat parijakoiset ja niiden liuskat pitkiä ja kapeita sekä harvaan hampaisia. Taalainkoivu on löydetty Ruotsista, eikä sitä Suomessa esiinny luontaisena, vaan se on viljelylaji. (Hämet-Ahti ym. 1992, 108; Viherä-Aarnio 2008, 24-25.)

Edellä mainittujen lisäksi lehdtään eroavat vielä palmerinkoivu (*B. pendula* f. *palmeri* (Gunnarsson)) ja purppurakoivu (*B. pendula* 'Purpurea'). Palmerinkoivun lehdet ovat pyöreähköt ja pienet, vain 1-2 cm läpimitaltaan. Sitä kasvaa hyvin harvinaisena Etelä-Pohjanmaalla ja Ahvenanmaalla. Purppurakoivu puolestaan on rauduskoivun punalehtinen viljelylaji, jota ei tavata luonnossa. Muita rauduskoivun muotoja ovat esimerkiksi riippa- ja kyynelkoivu, jotka poikkeavat rauduskoivusta lähinnä kasvutavaltaan. (Hämet-Ahti ym. 1992, 108; Viherä-Aarnio 2008, 25.)

Hieskoivun tunnetuin muunnos on Ylikiimingistä löydetty punakoivu (*B. pubescens* f. *rubra* Ulvinen), jonka lehdet ovat tumman viininpunaiset. Punakoivu kasvaa harvinaisena luontaisesti Oulun seudulla, ja siitä on tullut suosittu, viljeltävä koristepuu. Puna- ja liuskalehtisten muunnosten lisäksi koivuilla tavataan kirjavalehtisiä muotoja, joita ei kuitenkaan vielä ole virallisesti nimetty. (Hämet-Ahti ym. 1992, 109; Viherä-Aarnio 2008, 25.)

Edellä esiteltyjen lajien ja muotojen lisäksi koivusukuun kuuluu runsaasti ulkomailla kasvavia lajeja. Joidenkin lajien viljelyä on kokeiltu Suomessa, mutta kokeilujen perusteella niillä ei ole



ainakaan metsätaloudellista käyttöä, koska niiden kasvu- ja laatuominaisuudet ovat selvästi heikommat kuin kotimaisilla koivulajeilla. Ulkomaisilla koivuilla voisi kuitenkin olla käyttöä esimerkiksi koristekasveina. Kiinnostavia erikoisuuksia ovat esimerkiksi Yhdysvalloissa kasvava, mustatuohinen mustakoivu sekä Aasiassa kasvava maksimowiczinkoivu, jonka tuohi on vaaleanpunertavaa ja lehdet suuret ja herttatyviset. (Viherä-Aarnio 2008, 27-28.)

## **2.2 Koivun käyttö Suomessa**

Koivua käytetään Suomessa muun muassa teollisuuden raaka-aineena sekä energiapuuna (Herjälä 2008, 205). Rauduskoivua kasvatetaan lähinnä korkealaatuiseksi tukkipuuksi, kun taas lyhytikäisempää hieskoivua kasvatetaan pääosin kuitu- tai energiapuuksi (Niemi 2008, 96-98).

## **2.3 Koivun kasvatapa ja -rytmi**

Koivu on pioneeripuulajina nopeakasvuinen etenkin taimi- ja nuoruusvaiheessa. Tavallisesti siemenen itäminen tapahtuu keväällä. Kasviuoneessa idätetyt taimet voivat kasvaa kesän aikana jopa yli metrin korkuiseksi. Paksuuskasvuun vaikuttaa koivun kasvutiheys. Tiheässä kasvustossa taimen pituus kehittyy normaalisti, mutta paksuuskasvu on hitaampaa, jolloin taimista kehittyy piiskamaisia. (Viherä-Aarnio & Niemi 2008, 36-37.)

Koivun kasvurytmi noudattaa mahdollisimman tarkasti vuodenaikojen vaihtelua ja siinä vuorottelevat lepotila ja aktiivinen kasvuvaihe. Syksyllä koivu talveentuu eli valmistautuu lepotilaan. Loppukesällä silmut muodostuvat ja pituuskasvu päättyy. Koivu kuljettaa lehdistä ravintoaineet muualle kasviin, jonka myötä lehdet saavat ruskaväriyksen, kellastuvat ja lopulta varisevat. Talveentumista säätelevät yön pituus ja lämpötila, joiden lisäksi kuivuudella, ravinteilla ja ilman hiilidioksidipitoisuudella on vaikutusta prosessiin. (Viherä-Aarnio & Niemi 2008, 37-38.)

Talveentuminen kuuluu oleellisena osana koivun vuosirytmiiin. Tämän talveentumiskehityksen ensimmäinen merkki on pituuskasvun päättyminen. Tämän laukaisee yleisen käsityksen mukaan loppukesällä yön pidentyminen eli valojakson muutos. (Viherä-Aarnio ym. 2005, 5.)

Koivun juuriston kasvun kiihtyminen vaatii riittävän lehtipinta-alan. Kun lehdet syksyllä kuihtuvat, juurten kasvu päättyy. Lehtien kellastuminen taas on riippuvainen sääolosuhteista ja päivänpituudesta. Kun kriittinen päivänpituus saavutetaan ja yölämpötila laskee muutaman kerran alle +5

°C:n, lehtien kellastuminen alkaa. Suonenjoella tehtiin vuosina 1996-1997 koivuntaimien juurtumiskokeita kasvihuoneoloissa. Yhdessä kokeessa kävi ilmi, että kylvötaimien kasvu ja juurtuminen hidastui elokuussa, vaikka lämpötila ei laskenut alle +15 °C:n. Jo pelkästään valolosuhteilla ja taimien omalla kasvurytmillä näytti siis olevan vaikutusta kasvun hidastumiseen. (Luoranen, Rikala & Smolander 1998, 58-61.)

Koivun vuosirytmiiin kuuluu olennaisena osana myös siementen altistuminen alhaisille lämpötiloille ja kosteudelle. Siementen varistessa loppusyksyllä puusta ne ovat horroksessa, jonka voivat purkaa vain suotuisat valo-olot ja korkea lämpötila. Tämä johtuu siitä, että koivu on sopeutunut luontoon eikä idä syksyllä, koska elinolot olisivat talvella kohtalokkaat taimien hengissä pysymiselle. Talven lämpötilat edesauttavat kuitenkin horroksen purkautumista, jonka seurauksena itämisen lämpötila-alue kasvaa ja valo-olosuhteiden (päivänpituus ja pitkäaaltoisen punaisen valon) vaikutus itämiseen vähenee. (Ahola & Leinonen 1999, 5.)

Taimen kehittymisen tasoon vaikuttavat useat ympäristötekijät kuten yön pituus, valon intensiteetti, lämpötila ja lannoitus. Kasvukauden alussa lämpötilalla on suurin merkitys taimen kehitykseen, kun taas myöhemmin kasvukaudella on fotoperiodin/valojakson merkitys suurempi. (Partanen 2003, 138.) Nuoret koivut ovat niin sanottuja vapaan kasvun puita eli niiden pituuskasvu voi jatkua niin kauan kuin on jatkuvaa valoa. Pitkässä yössä ne puolestaan lopettavat kasvunsa. (Viherä-Aarnio, Häkkinen, Partanen, Luomajoki & Koski 2005, 5.)

## **2.4 Alkuperän vaikutus kasvuun**

Kasvurytmiiin vaikuttavat niin sisäiset kuin ympäristötekijätkin. Sisäisistä tekijöistä perimä asettaa kasvulle rajat, kun taas ympäristötekijät vaikuttavat kasvurytmiiin. Tärkeimmät ympäristötekijät ovat lämpötila ja fotoperiodi, valojakso. Olemassa olevan teorian mukaan kasvun päättymisen aiheuttaa kriittinen yön pituus. Kriittisen yön pituuden saavuttaminen takaa myös talveentumisen alkamisen ennen lämpötilan laskua. Kasvin kriittiseen yön pituuteen vaikuttaa sen alkuperä eli maantieteellisesti pohjoisempaa alkuperää olevat kasvit reagoivat lyhyempään yön pituuteen kuin eteläisempää alkuperää olevat kasvit. (Partanen 2003, 137-138.)

Eri leveysasteilta kotoisin olevilla koivuilla on erilainen kasvurytmi. Tämä havaitaan esimerkiksi kasvattamalla pohjoista ja eteläistä alkuperää olevia koivuja samassa paikassa, jolloin pohjoisen alkuperän koivu lopettaa kasvunsa ja valmistautuu talveen aiemmin kuin eteläisen alkuperän

koivu. Toisaalta myös saman metsikön koivuilla voi olla huomattavaa vaihtelua kasvurytmeissä, mikä auttaa koivumetsien sopeutumista vuosittain vaihteleviin sääoloihin. (Viherä-Aarnio & Velling 2008, 55-56.)

Eri ekotyypit reagoivat eri tavalla niin pitkään kuin lyhyeenkin päivään. Esimerkiksi on todettu, että pohjoisempaa alkuperää olevat (Kittilä, Suomi) kasvit kasvoivat pitkän päivän oloissa hieman nopeammin kuin eteläistä alkuperää olevat (Viljandi, Eesti). Pitkän päivän oloista lyhyen päivän olosuhteisiin siirryttäessä pohjoinen kanta lopetti kasvunsa puolet nopeammin kuin eteläinen kanta. Molemmilla kasvu loppui kahden viikon kuluessa siirrosta. (Li, Welling, Puhakainen, Viherä-Aarnio, Ernsten, Junttila, Heino & Palva 2005, 1565.)

Suurin osa Suomessa viljellystä koivusta on myös kotoisin Suomesta, sillä hyvälaatuista siementä on hyvin saatavilla. Eteläisempien kantojen viljelyllä voidaan hieman pohjoisempana saavuttaa kasvunlisää, koska koivuilla on silloin pidempi kasvukausi. On kuitenkin todettu, että koivuilla esiintyy silloin enemmän runkovikoja, ja liian pitkä siirto etelästä pohjoiseen heikentää laatua entisestään ja vähentää tuotosta. (Viherä-Aarnio & Velling 2008, 56.)

### 3 KOIVUN LISÄYSMENETELMÄT

Koivua lisätään Suomessa lähinnä metsätalouden käyttöön, mutta myös jonkin verran koristekasvituotantoon. Koivun lisäysmenetelmiä on useita, kuten siemen-, pistokas- ja mikrolisäys sekä varttaminen. Koivu lisääntyy myös vesomalla. Koivua lisätään kaupalliseen tarkoitukseen lähinnä siemenlisäystä käyttäen. Mikrolisäystä käytetään enimmäkseen koivun erikoismuotojen tuottamiseen.

Tässä luvussa keskitytään opinnäytetyön kannalta käyttökelpoiisiin lisäysmenetelmiin, jota varttaminen sekä vesominen eivät ole. Luvussa on erityisesti keskitytty siemenlisäykseen, koska se valittiin työn suoritusmenetelmäksi.

#### 3.1 Pistokaslisäys

Pistokaslisäyksessä kasvussa olevista versoista otetaan pistokkaita. Aktiivisen kasvun vuoksi pistokkaiden keruussa ja valmistelussa on oltava nopea. Versojen hyvä nestejännitys on tärkeää ja näin ollen emokasvit tulisi kastella hyvin ennen pistokkaiden ottoa. Kerättyjä pistokkaita voi sumuttaa vedellä aika ajoin ennen juurrutusta. Tasainen kosteus tulisikin säilyttää keruusta siihen saakka, että pistokkaat ovat juurtuneet kasvualustaan. Lämpimällä säällä keruuta ei suositella, sillä silloin vesi haihtuu kudoksista nopeasti. Sopiva keruusa onkin pilvinen ja keruuaikankohta aikainen aamu tai ilta. (MacDonald 2006, 289-291.)

Pistokkaiden keruussa on vältettävä vahingoittamista emokasvia turhaan, jolloin sieninfektioiden mahdollisuus vähenee. Sienitautien estossa ja torjunnassa voidaan käyttää niihin hyväksytyjä fungisideja. (MacDonald 2006, 291.)

Koivua pidetään hankalana lisätä pistokkaista. Keskikesällä otetut puolipuutuneet lehtipistokkaat voi kuitenkin saada juurtumaan sumutuksessa. (Hartmann, Kester, Davies & Geneve 2002, 764.) Pistokkaiden juurruttua hyvin kasvualustaan ne tulisi poistaa sumutuksesta. Mikäli niitä säilytetään siellä liian pitkään, voi pistokkaiden kunto alkaa heiketä. (MacDonald 2006, 151.) Rauduskoivun juurrutukseen käytetään juurrutushormonia. Suositukseksi annetaan 8000 miljoonasosan eli 0,8 %:n vahvuinen IBA-jauhe. (Hartmann ym. 2002, 764.)

IBA on synteettinen auksiini, joka sisältää indolibutyynihappoa ja vaikuttaa solujen pituuskasvua edistävasti. Auksiini voi myös estää sivuversojen puhkeamisen. Keinotekoisia auksiineja myydään apteekkeissa ja niitä käytetään pistokkaiden juurruttamiseen. Ainetta voidaan käyttää joko väkevänä liuoksena, jolloin pistokkaat kastetaan siihen nopeasti, tai vaihtoehtoisesti laimeana liuoksena, jolloin pistokkaiden tyviä liotetaan aineessa. Ennen veteen laimentamista tulee hormonijauhe liottaa pieneen määrään alkoholia, asetonia tai natriumhydroksidia. Valmis liuos säilyy muutamia päiviä viileässä, valottomassa paikassa. Mikäli seoksesta halutaan jauhomaista, voidaan alkoholiin liuotettu hormoni sekoittaa talkkiin. Seoksen on annettava kuivua ennen käyttöönottoa. (Koivunen 2003, 158-159.)

### **3.2 Mikrolisäys**

Mikrolisäykselle on useita eri nimityksiä, kuten solukkoviljely, monistaminen, in vitro -lisäys ja kloonaminen. Monistamiseen riittää hyvin pieni pala kasvia (1 mm<sup>3</sup>) tai jopa yksi solu, ja sopivalta menetelmällä siitä voidaan saada vuodessa jopa puoli miljoonaa uutta yksilöä, jotka ovat emokasvin kanssa identtisiä. Solukkoviljelyllä voidaan kasvattaa esimerkiksi juuria, kasvinosia ja erilaistumattomia kallussoluja tai tuottaa kokonaisia kasveja. Mikrolisäyksen hyviä puolia perinteisiin kasvinlisäysmenetelmiin verrattuna ovat ympärivuotinen lisäysmahdollisuus, lisäyksen nopeus, vähäinen tilan tarve sekä terveet ja tasalaatuiset taimet. Ympärivuotisen viljelyn ansiosta työvoiman tarve on tasaista, eikä ruuhka-aikoja synny. Mikrolisäyksessä erityisen tärkeää on aseptiikasta huolehtiminen, koska kasvatusalustat ovat erinomaisia elinympäristöjä myös mikrobeille. Välineet, työtilat, kasvinosat ynnä muut on puhdistettava kunnolla ja työskentelyn on tapahduttava esimerkiksi steriilikapissa, joka pitää mikrobit ulkopuolella. (Hohtola 2009.)

Mikrolisäyksessä voidaan käyttää eri kasvinosia kuten lepotilaisia silmuja, verson kärkiä tai lehden palasia. Lisäyksessä käytetään steriiliä kasvatusalustaa, joka sisältää erilaisia makro- ja mikro-ravinteita sekä vitamiineja eri suhteissa sen mukaan, mitä kasvinosaa lisäyksessä käytetään. Mikrolisäys on sopiva lisäystapa rauduskoivulle, mutta se on vähän käytetty esimerkiksi suurten työkustannusten vuoksi. (Häggman, Sutela & Welander 2007, 154, 156, 160.)

### **3.3 Siemenlisäys**

Siemenlisäystä käytetään silloin, kun halutaan tuottaa suuria määriä kasveja, eikä geneettisellä muuntelulla ole merkitystä. Siemenlisäys on myös edullinen lisäysmenetelmä. Siemenlisätyt tai-

met kasvavat usein nopeammin kuin esimerkiksi pistokaslisätyt taimet. (MacDonald 2006, 4, 6.) Koivun siemenet kerätään tuleentuneina, yleensä heinä-elokuun vaihteessa (Nygren 2003, 57).

Siementen kylvöä helpottaa, mikäli siemenet erotellaan keruun yhteydessä kaikesta ylimääräisestä aineksesta. Useilla metsäpuilla ja lähes kaikilla havupuilla siemenet ovat siivellisiä, mikä voi olla käsittelyn kannalta haasteellista. Koivun kohdalla siemenet kuitenkin varastoidaan ja kylvetään siipineen. (McDonald & Copeland 1997, 697-698.) Varastoinnissa on huomioitava, että vanhenevat siemenet menettävät itämisnopeuttaan ja niistä kehittyvät sirkkataimet ovat pienikokoisia (Nygren 2003, 42). Siemenpakkaukset tulee varastoida noin +5 °C:ssa, esimerkiksi jääkaapissa, avaamattomina. Itävyys säilyy parhaiten kuivissa ja viileissä olosuhteissa. (Nygren 2003, 74.)

### **3.3.1 Siemenen itäminen**

Koivun siementen itävyyteen vaikuttavat valo, lämpötila sekä kylmäkäsittelyt. Näillä on myös yhteisvaikutuksia, esimerkiksi +15 °C:ssa itämiseen siemenet tarvitsevat pitkän päivän olosuhteet. Korkeassa, yli +20 °C:n, lämpötilassa siemenet itävät myös lyhyen päivän olosuhteissa. Kosteus ja kylmäkäsittely mahdollistaa sen, että koivun siemenet itävät laajalla lämpötila-alueella päivänpituudesta riippumatta. (Nygren 2003, 40.)

Valojaksoisuus eli fotoperiodismi vaikuttaa kasvien kukinnan viritäytymiseen, mutta myös kasvien lepotilaan ja kehitykseen. Fotoperiodismi käsittää pitkän päivän olosuhteet ja lyhyen päivän olosuhteet. Tämä tarkoittaa sitä, että pitkän päivän olosuhteissa kasvi vaatii tietyn lajikohtaisen määrän yhtämittaista valoa. Kriittinen päivänpituus on kasvilajista riippuen 10 tunnista ylöspäin. Tähän tuntimäärään sisältyy valoisa aika mukaan lukien aamu- ja iltahämärä. (Pankakoski 2003, 158-159.) Kotimaisten puulajiemme siemenille sopiva päivänpituus on 18 tuntia vuorokaudessa (Nygren 2003, 107).

Koivun siemenen itämiseen vaikuttavan valojakson pituuteen vaikuttaa fytochromi. Fytochromi on vesiliukoinen pigmentti, joka välittää valon ja päivänpituuden vaikutukset siemeneen. Se voi esiintyä kahdessa eri muodossa, joko aktiivi- tai inaktiivimuodossa. Fytochromin on oltava aktiivimuodossa, jotta itäminen käynnistyy. Jotta fytochromi saataisiin aktiivimuotoon, on siihen kohdistettava punaista valoa, eli valoa, jonka aallonpituus on enintään 660 nm. Pimeässä fytochromi voi puolestaan muuttua aktiivimuodosta inaktiivimuotoon, mikä selittää lyhyen päivän itämistä estävän vaikutuksen. (Viherä-Aarnio 2008, 34.)

### 3.3.2 Siementen käsittely siemenhorroksen purkamiseksi

Kylmäkäsittelyllä voidaan vaikuttaa siementen itävyyteen siten, että siementen itämisen lämpötila-alue kasvaa ja siemenet itävät myös optimaalista matalammissa lämpötiloissa. Stratifioinnissa siemeniä säilytetään itämiskosteudessa +3-5 °C:n lämpötilassa idätyspaperin päällä tai sekoitettuna esimerkiksi turpeeseen tai hiekkaan. (Nygren 2003, 37.) Siemen vaatii 1-3 kuukauden kylmäkäsittelyn noin +4 °C:n lämpötilassa. Tuoreet siemenet voidaan kylmäkäsittelyn välttämiseksi liottaa 0,2 % kalium-liuoksessa 24 tunnin ajan. (Hartmann ym. 2002, 764.) Käsittelyyn reagoivat parhaiten vastakerätyt siemenet eli vanhoilla siemenillä stratifioinnilla ei yleensä voida kohentaa itävyyttä (Nygren 2003, 37). Stratifioitu siemen on vaikutuksen takaamiseksi varminta kylvää heti käsittelyn jälkeen, sillä stratifioinnin vaikutuksen säilymisestä ei ole varmaa tietoa (Nygren & Leinonen 1992, 66).

Koivun siementen stratifiointi voidaan tehdä myös alemmassa, 0,5-1 °C:n, lämpötilassa. Tällöin suositeltu käsittelyaika on 3-4 viikkoa. Alhaisemman lämpötilan käsittelyssä on pienempi riski, että siemen alkaa itää käsittelyn aikana verrattuna korkeamman lämpötilan käsittelyyn. (MacDonald 2006, 40-44.)

Tavallisesti käytetään kylmäkäsittelyä, jossa siemenet on sekoitettu kasvualustaan. Koivulle voidaan kuitenkin käyttää myös kylmäkäsittelyä, jossa kasvualustaa ei käytetä. Tällöin siementä täytyy liottaa vedessä 12-24 tuntia, jotta se imee itseensä tarpeeksi vettä. Tämän jälkeen ylimääräinen vesi valutetaan pois ja siemenet kuivataan pinnalta. Siemenet voidaan laittaa käsittelyn ajaksi esimerkiksi polyeteenipussiin tai lasiastiaan, joka peitetään kelmulla. Siementen täytyy olla kyllästetty vedellä käsittelyn ajan. Käsitellyt siemenet säilytetään 0-1 °C:ssa 4-6 viikon ajan. (MacDonald 2006, 40-41.) Tämä käsittely perustuu veden toimintaan liuottimena. Sekä hies- että rauduskoivun siemenessä on itämistä ehkäiseviä aineita, jotka liukenevat vähitellen veden vaikutuksesta pois. (Nygren & Leinonen 1992, 62.)

### 3.3.3 Lisäolosuhteet

Koivun siemen itää nopeammin valossa kuin pimeässä. Tämä tarkoittaa sitä, että koivun siementä ei kannata peittää kylvön yhteydessä, sillä se haittaa itämistä. Tarvittaessa siemenet voidaan kylvää esimerkiksi hiekkaan sekoitettuna. (Nygren 2003, 38, 77.)

Vaikka koivun siemenet itävätkin paremmin valossa, ehkäisee jatkuva, pitkäaaltoisen punaisen valon saanti kuitenkin siementen itämistä. Epäsuotuisissa valo-olosuhteissa voidaan siemenen itävyyttä parantaa kylmäkäsittelyn avulla. (Ahola & Leinonen 1999, 4.) Mikäli kylmäkäsittelyä ei kuitenkaan tehdä, tulisi pimeän jakson olla pituudeltaan vähemmän kuin kuusi tuntia (Karrfalt, hakupäivä 29.4.2010).

Rauduskoivun siemenen itämisen lämpötilaoptimi on +25-30 °C eli suhteellisen korkea. Tämä on kuitenkin riippuvainen olosuhteista, kuten valon määrästä ja laadusta itämisen aikana, sekä siementen keräämisajasta. Syksyllä kerätty rauduskoivun siemen itää minimilämpötilan ollessa +20 °C ja talvehtimisen jälkeen kerätty +10 °C:n minimilämpötilassa. (Nygren 2003, 36-37.) Nygrenin & Leinosen (1992, 62, 67) mukaan rauduskoivun siemenet itävät heikosti 10 °C:n lämpötilassa. Myös 15 °C:ssa itäminen on hidasta, kun taas 25 °C:ssa rauduskoivu itää nopeimmin ja tasaisimmin. Toisaalta rauduskoivu itää hyvin myös 30 °C:n lämpötilassa. Edellä mainitut tulokset on saatu stratifioimattomilla siemenillä pitämällä päivänpituus 8 tunnissa kaikissa käsittelyissä. Nygrenin & Leinosen työssä myös stratifioidut siemenet itivät parhaiten 25-30 °C:een lämpötilassa.

Ruotsissa vuosina 1992-1993 tehdyssä koivujen paakkutaimien kasvatuskokeessa pidettiin kasvihuoneen lämpötila idätysvaiheessa 23-25 °C:n välillä. Nyströmin (1994) mukaan koivun siemenet tarvitsevat vähintään 15 °C:n lämpötilan itääkseen ja itävyys paranee aina 30 °C:seen asti. Alhaisilla lämpötiloilla korkeampi valomäärä puolestaan vaikuttaa itävyyteen nostavasti. Valoriippuvuus kuitenkin häviää, kun lämpötila ylittää 20 °C, joten kyseisessä kokeessa ei käytetty lisävalotusta. (Nyström 1994, 6-7.)

Vesi on välttämätön tekijä itämisen onnistumisessa. Varastokuivien siementen vesipitoisuuden tulisi antaa kuitenkin tasoittua muutaman tunnin ajan normaalissa huonekosteudessa ennen kylvöä märkään kasvualustaan, sillä liian nopea veden imeytyminen voi vaurioittaa siementä. Myös siementen hapen saannista on huolehdittava: kasvualustan tulee olla kostea, mutta siemenet eivät saa kuitenkaan olla vesivaipan ympäröiminä. (Nygren & Leinonen 1992, 60-61.)

Myös kasvualustan pH:lla on vaikutusta koivun siementen itävyyden nopeuteen. Paras itämisnopeus saadaan pH-alueella 4-6. (Nygren 2003, 41.)



## Kylvö

Koivun siemenet voidaan kylvää joko keväällä tai syksyllä (Hartmann ym. 2002, 764). Kylvettäessä siemeniä kennostoihin on huomioitava siementen itävyysprosentti. Yhteen kennoon on hyvä kylvää 2-4 siementä, jottei kennostoihin jää tyhjiä kennoja siementen heikomman itävyyden seurauksena. Useamman siemenen kylväminen samaan kennoon johtaa todennäköisesti kuitenkin siihen, että taimia on harvennettava myöhemmin. Harvennus tehdään 4-8 viikkoa itämisen jälkeen, jolloin jokaiseen kennoon jätetään yksi taimi kasvamaan. (MacDonald 2006, 96-98.)

Kasvualustan kosteudesta on huolehdittava kylvön jälkeen. Kylvösten sumutusta suositellaan tehtäväksi, jotta tasainen kosteus saadaan ylläpidettyä. (MacDonald 2006, 98.)

### 3.3.4 Itävyysemäärityksen suorittaminen

Itävyysemäärityksessä testataan koivun siementen itävyysprosentti sekä itämistarmo. Itävyysprosentti ilmaisee, kuinka suuri osa siemenistä on itänyt tiettyyn määräaikaan mennessä. Itävyysprosentti mitataan tavanomaisesti 21 vuorokauden kuluttua siementen kylvöstä. Tämä aika voi olla myös lyhyempi nopeasti itävillä lajeilla, kuten koivulla, esimerkiksi 7 tai 14 vuorokautta. Siemenjoukon itämistä kuvaa myös itämistarmo, jossa mitataan itäneiden siementen prosenttiosuus ennen lopullista itävyyden toteamista esimerkiksi 3-7 vuorokautta siementen kylvöstä. Koivun siemenille suositellaan itämistarmon mittausta seitsemän ja itävyysprosentin mittausta 14 vuorokauden kuluttua testin aloituksesta. Mikäli kaikki siemenet ovat itäneet jo ennen testin loppumista, voidaan se lopettaa ennen ohjepituuden saavuttamista. Mikäli osa siemenistä on vasta aloittanut itämisen testin ohjepituuden täytyttyä, voidaan testiä jatkaa seitsemällä vuorokaudella. (Nygren 2003, 31, 103.)

Virallisessa, laboratoriossa suoritettussa, itävyysemäärityksessä on idätyslämpötilaohjeeksi annettu noin 20 °C, jossa sallittu poikkeama on  $\pm 2$  °C. Päivänpituus pidetään valotuksen avulla pitkän päivän, 18 tuntia valoa vuorokaudessa, olosuhteissa. Sopiva valon voimakkuutta vastaava säteilyteho on noin 2-3 W/m<sup>2</sup>. (Nygren 2003, 103.)

Koivun siementen itävyysemäärityksessä vähimmäismäärä siemeniä on 400 kappaletta. Itämisalustana voidaan käyttää imupaperia. Paperin tulee olla sopivan huokoista ja riittävän imukykyistä, jotta itävä siemen pystyy kehittymään näkyvässä, paperin päällä. Imupaperi pidetään kosteana ja se peitetään kuvalla haihdunnan vähentämiseksi. Kuvussa tulee olla kuitenkin ilmanvaihi-

toa varten reikä, sillä liiallinen kosteus idätysalustassa voi olla haitaksi siementen itämiselle. (Nygren 2003, 101, 104.)

Koivun siemenet tulkitaan itäneiksi, kun niistä pystytään havaitsemaan sirkkajuuri ja -varsi sekä sirkkalehdet. Itävyysmäärityksen tulosten tarkastelussa siemenet jaotellaan kolmeen eri luokkaan: normaalisti itäneet siemenet, epänormaalisti itäneet siemenet sekä itämättömät siemenet. (Nygren 2003, 108.)

Normaalisti itäneissä siemenissä on havaittavissa hyvin kehittynyt juuri ja sirkkavarsi, normaali kasvupiste sekä sirkkalehdet. Sirkkataimien varsi- ja lehtiosissa sallitaan kuitenkin pinnallisia vioituksia. Siemenet tulkitaan myös itäneiksi, vaikka taimista puuttuisi toinen sirkkalehdistä. Myös mahdolliset homesienten pilaamat idut todetaan normaalisti itäneiksi, mikäli pystytään selvästi näkemään, ettei tartunta ole siemenlähtöinen ja pystytään havaitsemaan normaalisti kehittyneet taimen rakenneosat. (Nygren 2003, 108-109.)

Epänormaalisti itäneisiin siemeniin luokitellaan muun muassa vioittuneet, epämuodostuneet ja tautiset idut. Tähän ryhmään kuuluvat esimerkiksi idut, joista puuttuvat sirkkalehdet tai -juuri ja joissa on pahoja ulkoisia vaurioita, kuten murtumia ja halkeamia. Itämättömiin siemeniin luetaan puolestaan kaikki itämisalustalle itämättä jääneet siemenet. (Nygren 2003, 109.)

## 4 KOIVUN PAAKKUTAIMIKASVATUS

Metsänviljelyyn tuotetaan viljelysiementen lisäksi myös istutusvalmiita koivuntaimia. Erittäin suuri osa niistä on paakkutaimia, mutta jonkin verran käytetään myös paljasjuuritaimia. Paakkutaimet kasvavat nopeasti istutuskuntoon, kun taas paljasjuuritaimia kasvatetaan pitempään, mutta niistä tulee vankkarunkoisia ja juuristoltaan tuuheita. (Rikala 2008, 68-69.)

### 4.1 Kasvatusolosuhteet

Intensiivinen astiataimikasvatus on taimikasvatusta osittain tai täysin kontrolloidussa ympäristössä, jossa lämpötila, ilmankosteus, valon intensiteetti ja päivän pituus voidaan säätää halutuksi. Joissain tapauksissa myös hiilidioksidin määrää ilmassa voidaan lisätä. Betula-suvun lajien on todettu olevan erittäin vastaanottavaisia kontrolloidulle kasvatukselle. Esimerkiksi rauduskoivun taimi on näin saatu kasvamaan metrin mittaiseksi kymmenen viikon kuluessa kylvöstä. Tämä kuitenkin vaatii sopivaa siementä alkuperältään sekä lämpötilan ja valon säätöä kasvatustilassa. Kyseisen kasvatustavan etuja ovat muun muassa se, että saadaan yhtenäisiä taimia ja lepotilan vaikutukset verson ja juuriston kasvuun voidaan ohittaa helpommin kuin säätelemättömissä oloissa. (MacDonald 2006, 89-90.)

#### 4.1.1 Kasvatusalusta

Koivun ja muiden metsätaimien paakkutaimikasvatuksessa kasvualustana käytetään yleensä hieman maatumutta vaaleaa rahkaturvetta, joka on lannoitettu ja kalkittu (Rikala 2002, 8). Turpeen käyttöä suositaan, koska sen hyvän rakenteen ansiosta kasvien juuret saavat tarpeeksi vettä ja happea (Kanniainen 2003, 125).

Kasvatuksessa voidaan käyttää kennostoja, joissa olevat urat ohjaavat juurten kasvua oikeaan suuntaan. Kennoston pohjassa on aukko, joka helpottaa veden poistumista sekä aiheuttaa juurten kasvun pysähtymisen ilmaan. Tämä edesauttaa sekundäärijuurten kasvua ja vähentää juurten kiertymisen riskiä. Jotta juurten kasvu saadaan pysähtymään ilmaan, täytyy kennostot asettaa noin 15 cm:n korkeudelle tasosta. Tämä myös pitää kasvualustan ilmavana. Kasvatuskennostojen valinnassa kannattaa ottaa huomioon niiden kierrätettävyys. Esimerkiksi samoja styroksiken-

nostoja voidaan käyttää kahdesta neljään vuoteen, kun taas muoviset kestävät usein useita vuosia. (MacDonald 2006, 91-92.)

Niin sanottuja kesäkoivuja kasvatetaan pienissä, 1-2 dl:n paakuissa. Itävyydestä riippuen paakkuihin kylvetään yhdestä viiteen siementä ja taimet harvennetaan myöhemmin. Mikäli itävyys on erinomainen eli 95-100 %, voidaan suoraan kylvää yhteen paakkuun yksi siemen. Koivunviljelyssä käytetään myös tekniikkaa, jossa tiheässä kasvaneet, muutaman viikon ikäiset sirkkataimet koulitaan suoraan paakkuihin, jolloin vältytään harvennustyöltä. (Rikala 2002, 8-9.) Mahdollisimman elinvoimaisten taimien kasvatuksessa pyritään kasvattamaan yksi taimi yhtä paakkua kohden. Tämä onnistuu harventamalla ylimääräiset taimet pois. Harvennetuilla taimilla voidaan täydentää tyhjiksi jääneet paakut eli harvennettu taimi koulitaan tyhjäksi jääneeseen kennoon. Koivulla harventaminen aloitetaan, kun taimet ovat saavuttaneet niin sanotun kolmi-nelilehtiasteen. (Nieminen & Tavaila 1987, 63.)

Paakkutaimien kehitys istutuksen jälkeen voi olla heikkoa, koska ne ovat kasvaneet pienissä paakuissa liian kauan. Myös kasvatustiheys vaikuttaa taimien laatuun. Paakkutaimiksi kasvatettavat siemenet kylvetään yleensä kennostoihin muovihuoneessa ja taimet siirretään ulos noin 10 cm:n korkuisina. Samalla ne myös väljennetään, mikä tekee taimista vankempia ja vähentää tautiriskejä. Yhden kasvukauden jälkeen 40-70 cm:n mittaiset paakkutaimet ovat valmiita istutettavaksi joko syksyllä tai keväällä. Myös kesäistutuksia on alettu kokeilemaan ja niissä käytetään pienempiä taimia. (Rikala 2008, 68-69.)

#### **4.1.2 Lämpötila**

Sekä päivä- että yölämpötilalla on vaikutusta taimien kasvuun. Koivulla nopean kasvun aikana tavoitelämpötila päivällä on 23 °C (mahdollinen vaihteluväli 20-24 °C) ja yöllä 20 °C (mahdollinen vaihteluväli 18-21 °C). (RNGR 1992, 16.) Kasvihuoneen riittävän ilmanvaihdon takaa tuuletus. Se myös tasaa haitallisia lämpöhuippuja kasvatustilassa. (Nieminen & Tavaila 1987, 64.)

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa koivuntaimilla käytettiin matalampaa yölämpötilaa kasvun edistämiseksi. Kun koivuntaimet oli istutettu kennoista lopullisiin ruukkuihin vajaan neljän viikon kuluttua kylvöstä, ne siirrettiin yksinkertaisempaan kasvihuoneeseen, jossa yölämpötila oli 15-18 °C:n välillä. (Nyström 1994, 6-7.) Nyström (1994, 7) viittaa Skren tutkimukseen, jonka mukaan

koivuntaimet kasvavat alkuperästään riippumatta huomattavasti paremmin, kun yölämpötila on hieman päivälämpötilaa matalampi.

Hieskoivun taimilla on havaittu, että nostettaessa päivälämpötilaa 8 °C:sta 20 °C:seen, kasvu nopeutuu lämpötilan kasvaessa. Sen sijaan 7-7,5 °C:n lämpötilassa kasvua ei enää tapahdu. On havaittu, että pelkällä lämpötilalla on kuitenkin vain vähäinen vaikutus kasvuun päätymiseen, sillä siihen vaikuttavat lämpötila ja päivänpituus yhdessä. (Junttila & Nilsen 1993, 44-45, 48.)

Myös juuristoalueen lämpötila on tärkeässä osassa kasvin kasvun kannalta. Kasvin kasvun kannalta on tärkeää, että juuristo pystyy ottamaan tarpeeksi ravinteita. Liian alhainen kasvualustan lämpötila voi haitata kasvin ravinteiden ottoa. Liian korkea kasvualustan lämpötila, yli 25 °C, voi myös vaikuttaa haitallisesti kasvuun, sillä juuriston hapensaanti voi tällöin heikentyä. (RNGR 1992, 10.)

#### **4.1.3 Valaistus**

Koivun taimikasvatuksessa ei perinteisesti käytetä keinovalaistusta, koska kasvatusta aloitetaan yleensä toukokuussa luonnonvalon riittäessä taimien kasvuun. Koivun kasvatuskokeita voidaan suorittaa kasvukaapeissa tai vastaavissa tiloissa, jolloin myös keinovalaistusta usein käytetään. Koivulle voitaneen käyttää samoja valaistusohjeita kuin muille puulajeillemme. Päivänpituuden tulisi olla yli 18 tuntia riippuen kuitenkin siemenen alkuperästä. Valon intensiteetin tulisi olla suhteellisen korkea, mielellään yli 300  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . (Rikala 12.11.2010, sähköpostiviesti.)

Metsätaimien kasvatuksessa on jonkin verran kokemuksia niin sanotun häirintävalon käytöstä. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi taimien kasvun säätelyyn. Häirintävaloa käytettäessä voidaan pitää päivänpituus lyhyempänä kasvun siitä kärsimättä. Käytännössä pitkä yö siis katkaistaan lyhyellä valojaksolla. (Rikala 2002, 15.)

#### **4.1.4 Kastelu ja ilmankosteus**

Kasvualusta on hyvä pitää tasaisen kosteana. Taimet kasvavat parhaiten turpeen vesipitoisuuden ollessa 40-50 tilavuusprosenttia. Jos turve pääsee kuivumaan liiaksi, sen pinta kovettuu ja silloin sen uudelleen kosteaksi saaminen on erittäin vaikeaa. (Rikala 2002, 85-86.) Toisaalta myös ylikastelun vaara on olemassa. Se voi haitata juuriston kehitystä ja vaikuttaa negatiivisesti kasvuun.

Tämän vuoksi kastelu tulisi vaalealla rahkaturpeella aloittaa varovasti. (Kanniainen 2003, 126.) Kosteusmittareilla tai taimilaatikoiden punnitsemisella saadaan selville taimien kastelutarve (Rikala 2008, 69). Kastelutarvetta voi myös arvioida sormituntumalla. Kastelutarpeen arviointi tulisi suorittaa päivittäin, jotta taimet voitaisiin pitää tasaisen kosteana. Kasvatustilan ilman suhteellinen kosteus olisi hyvä pitää välillä 70-90 %. (Nieminen & Tavaila 1987, 63.)

Kasteluveden pH:lla on vaikutusta ravinteiden käyttökelpoisuuteen. Kasvin kasvuun sillä ei ole muuten suoranaista vaikutusta. Veden pH:n ollessa 5,5-6,5 ovat ravinteet keskimäärin liukoissimillaan. Kasteluveden ollessa liian emäksistä muuttuvat useat ravinteet huonosti liukeneviksi, jolloin kasvi ei pysty niitä hyödyntämään tehokkaasti. Tämä voi aiheuttaa ravinteiden puutosta kasvissa, erityisesti hivenravinteiden osalta, joita yleensäkin on vähän kasvualustassa liukoisessa muodossa. (Kanniainen 2003, 138.)

Liian hapan kasteluvesi voi puolestaan aiheuttaa kasville myrkytysoireita, sillä se lisää joidenkin alkuaineiden, kuten alumiinin liukoisuutta kasvualustassa. Alumiinin liukoisuus lisääntyy suuresti, kun veden pH laskee alle viiden. Kalkittu turve pystyy kuitenkin itse säätelemään happamuuttaan, huolimatta siitä, kuinka hapanta kasteluvesi on. Esimerkiksi kivivilla- ja ravinneliuosviljelyssä tätä säätelymekanismia ei ole. (Kanniainen 2003, 139.)

#### **4.1.5 Lannoitus**

Peruslannoitetulle kasvualustalle annetaan lisälannoitusta kasteluveden mukana. Koivulle käytetään seoslannoitteita, jotka sisältävät pää- ja hivenravinteita. Lannoitustarvetta seurataan johtokykymittauksilla tai ravinneanalyysillä. (Rikala 2008, 69.) Johtokyky ilmaisee kasvualustan kokonaisravinnetilanteen (Rikala 2002, 14). Yksipuolisesti typpeä sisältävällä lannoitteella kasvatetusta taimista tulee yleensä hentoja ja juuristoltaan harvoja (Nieminen & Tavaila 1987, 64).

Hoitolannoitus aloitetaan noin 2-3 viikkoa taimettumisesta. Usein käytetään moniravinteista lannoitetta, joka annetaan mieluummin kasteluveteen sekoitettuna kuin rakeisena. Lannoitus tehdään 1-3 kertaa viikossa pieninä annoksina tarpeen mukaan. Lannoitustarvetta seurataan tarpeeksi usein, esimerkiksi kerran viikossa, tehtävillä ravinnemäärytyksillä. Esimerkiksi kylvövaiheessa kasvualustan johtokyvyn tulisi olla 1,0-1,3 mS/cm ja kasvatusvaiheessa 1,3-1,5 mS/cm. (Nieminen & Tavaila 1987, 64.) Tavoiteltaessa nopeaa kasvua kasvualustan johtokyky tulisi olla välillä 2,0-3,0 mS/cm. Lannoitus aloitetaan tällöinkin, kun itämisestä on kulunut noin 2-3 viikkoa

tai johtokyky laskee arvoon noin 1,5 mS/cm. Mikäli lannoitustarpeen seurannassa käytetään johtokykymittarin sijaan nitraattiliuskoja, tulee lannoitus aloittaa, kun nitraattitaso laskee alle 100 mg/l. Lannoitusväkevyudeksi suositellaan 1-1,5 mS riippuen paakun senhetkisestä ravinnetilasta. (Mäkitalo 11.6.2010, sähköpostiviesti.)

#### **4.1.6 Kasvunsäätö**

Kasvien kehitykseen voidaan puuttua erilaisilla kasvatustoimilla sekä kemiallisilla kasvunsääteillä. Kasvunsäätteet voivat hormonista riippuen joko kiihdyttää, estää tai muuten muokata kasvin elintoimintoja. (Luoranen 1999, 58.)

Verson pituuskasvusta puhuttaessa gibberelliinit ovat avainasemassa. Tämä johtuu siitä, että gibberelliinien välityksellä tapahtuu valojaksoisuuden ja lämpötilan kasvua säätelevä vaikutus. Lyhyt päivä -käsittely vaikuttaa gibberelliinien muodostumiseen kasvissa, jolloin taimien pituuskasvu hidastuu. Kasvunhidasteet vaikuttavat pääsääntöisesti gibberelliinien aktiivisuutta hidastavasti kasvissa, jolloin pituuskasvu myös hidastuu, mutta paksuuskasvu jatkuu. Tämä saa aikaan tanakampia taimia. Kasvunhidasteilla ei ole vaikutusta lehtien ja oksien syntymiseen. (Luoranen 1999, 62.)

Suomessa koivulla on tutkittu kemiallisista kasvunsääteistä muun muassa CCC:tä ja daminotsidia. Nämä soveltuvat pituuskasvun hidastamiseen, eikä niiden käytöllä ole todettu jälkivaikutuksia. Daminotsidilla käsitellyt taimet ovat olleet tanakampia ja lyhyempiä verrattuna CCC:llä käsitelyihin kasveihin. (Luoranen 1999, 62.)

#### **4.2 Kuljetus ja varastointi**

Koivun lehdellisten taimien kuljetus, varastointi ja käsittely on tehtävä huolellisesti. Esimerkiksi kuivumisen riskiä lisää lehdellisten taimien voimakas haihdunta. Taimen kuivumiseen vaikuttaa muun muassa taimen sekä sen vesivaraston eli paakun koko. Koivun paakutaimien tuotanto- ja viljelyketjun kehittämisprojektin yhteydessä tehdyssä kokeessa lehdelliset koivuntaimet kestivät varastointia noin viikon puolivarjossa, kuivumisesta huolimatta, mutta pitkäaikaista varastointia ilman kastelua ei kuitenkaan suositella. Varastoinnissa kahdeksan ensimmäisen vuorokauden aikana taimissa ei havaittu vaurioita, kun taas 12 vuorokauden kuluttua suurin osa taimista oli nuutuneita ja 16 vuorokauden kuluttua kuolleita. (Perälä, Rikala & Luoranen 1999, 84, 88.)

Lehdelliset koivun paakkutaimet kestävät varastointia jopa viikon ajan pahvilaatikossa tai taimisäkissä. Kahden viikon varastoinnissa ilman kastelua taimet kuitenkin kuolevat kuivuuteen. (Poteri 1999, 20.) Lehdelliset taimet tulee pakata avopakkausiin, koska umpinaisissa pakkauksissa taimien laatu heikkenee nopeasti valon puutteen ja homeiden vaikutuksesta. Tarpeen vaatiessa taimia voi kuitenkin säilyttää lyhyitä aikoja umpinaisissa pakkauksissa, enintään vuorokauden. Kastelusta on huolehdittava päivittäin. Varastoinnin tulisi koivuntaimilla olla mahdollisimman lyhytaikaista. (Rikala 2008, 70.)

Lehdellisten, kasvussa olevien taimien kuljetusta suojaamattomina ei suositella, sillä kuljetus heikentää taimia. Kuljetus on siis tehtävä suojatussa tilassa. (Perälä, Rikala & Luoranen 1999, 89.)

### **4.3 Kasvinsuojelu**

Koivuntaimien kasvatuksessa olosuhteet ovat otollisia myös erilaisille taudeille ja hyönteisille, jotka voivat aiheuttaa vioituksia taimille. Sienitaudeista yleisimpiä ovat koivunruoste, lehtilaikukusienet, versolaikut, levälaikku ja harmaahome. Hyönteisistä puolestaan kirvat, ripsiäiset ja mittariperhosten toukat voivat aiheuttaa tuhoja lähinnä lehtiä vioittamalla. Taudit ja tuholaiset saadaan yleensä pidettyä kurissa oikealla viljelytekniikalla, -hygienialla ja ennaltaehkäisyllä, mutta jonkin verran taimitarhat joutuvat turvautumaan myös kemialliseen torjuntaan. (Rikala 2008, 70.) Taimien yleinen hyvä terveys ja sopivat kasvatusolosuhteet parantavat kasvin vastustuskykyä tauteja ja tuholaisia vastaan.

#### **4.3.1 Tuholaiset**

##### **Liejukärpäset**

Liejukärpäset ovat 3-4 mm:n mittaisia mustia kärpäsiä, joilla on lyhyet tuntosarvet ja tanakka ruumis. Toukat ovat vihertävän ruskeita, sukkulamaisia ja niillä on takapäässään kaksi hengityspotkea. Toukkia voi olla hankala erottaa kasvualustasta, koska niiden pintaan tarttuu usein roskia ja toukkien syömiä levä tekee niistä kasvualustan värisiä. Sekä aikuiset että toukat syövät lähinnä viherlevää. Aikuiset liejukärpäset istuvat usein pöydän alla varjossa tai kasvualustan pinnalla. Liejukärpäsiä on yleensä eniten taimikasvatuksen alkuvaiheessa, jolloin kasvualustan pinta on paljaana ja alttiina leväkasvustolle. Liejukärpäset voivat vahingoittaa kasvien pehmeitä kudoksia,



ja sekä toukat että aikuiset voivat levittää tauteja. Lisäksi liejukärpästen ulostetäplät lehdillä aiheuttavat esteettistä haittaa. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

Liejukärpästen esiintymistä voi tarkkailla kelta-ansoilla, jotka on ripustettava riittävän matalalle, koska liejukärpäset lentävät lähinnä kasvualustan lähellä. Erityisen hyvin liima-ansa toimii pöydän alla. Kasvihuoneen siisteys on tärkeää liejukärpästen ennaltaehkäisyssä, sillä vuotavat putket, märät lattiat ja leväkasvustot tarjoavat otolliset olot liejukärpästen lisääntymiselle. Aikuisia liejukärpäsiä voidaan hävittää imuroimalla tai suurilla kelta-ansalakanoilla, jotka ripustetaan kasvihuoneen seinille tai joita kuljetetaan kasvuston yläpuolella. Hiekkakerros kasvualustan pinnalla voi vähentää levän kasvua ja näin ollen liejukärpästen määrää. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

Biologinen torjunta on liejukärpästen kohdalla hankalaa, koska moni hyötyeliö ei selviä yhtä kosteissa oloissa kuin missä liejukärpästen toukat viihtyvät. Hyötyeliöitä tarvittaisiin myös huomattavan suuret määrät, eikä liejukärpäs populaatiota saataisi välttämättä silloinkaan pidettyä kurissa. Kemiallisena torjuntana voidaan käyttää algicideja vähentämään leväkasvustoja pöytien alta ja aineesta riippuen myös kasvualustoilta. Liejukärpästen toukkia vastaan tehokkain kemiallinen torjuntakeino on diflubentsuroni, joka kuuluu hyönteisten kasvunsäätäjiin. Käsittelyjä on tehtävä kolmen viikon välein. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

### **Harsosääsket**

Harsosääsket ovat yleisiä hyönteisiä, joita elää Suomessa luonnonvaraisena noin 220 lajia. Aikuisen harsosääski on noin 3-5 mm:n pituinen, hoikka, yleensä musta sääski, jolla on pitkät jalat ja pitkät tuntosarvet. Toukat ovat täysikasvuisena noin 6-7mm pitkiä, läpikuultavia tai valkoisia ja niillä on selkeästi erottuva musta pääkapseli. Multa ja roskat eivät tartu toukan pintaan, joten ne erottuvat kasvualustan pinnalta selvästi. Harsosääsket käyttävät ravinnokseen kuollutta orgaanista ainesta ja niitä esiintyy kasvihuoneessa kaikilla kasvualustoilla, jotka ovat tarpeeksi kosteita. Harsosääsket voivat päästä kasvihuoneeseen luonnosta tai esimerkiksi saastuneen kasvualustan mukana, mikäli esimerkiksi turvesäkkejä on varastoitu kasvihuoneessa tai ulkona. Harsosääskien kotelovaiheen yksilöt voivat säilyä kasvualustassa huonoissa oloissa pitkäänkin ja aikuiset sääsket kuoriutuvat ulos vasta, kun olosuhteet ovat paremmat. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

Aikuiset harsosääsket eivät juuri vioita kasveja, koska ne syövät vain kuollutta ainesta, leviä ja sienirihmastoja, mutta toukat voivat lisäksi syödä taimien hiusjuuria sekä kasvupisteen kalluslukkua. Harsosääskien aiheuttama vioitus voi näkyä suoraan kasvun heikkenemisenä tai välilli-

sesti siten, että kasviin tarttuu helpommin tauteja vioittuneiden juurten kautta. Toukat voivat myös itse levittää kasvitauteja. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

Harsosääskien ennaltaehkäisyyn liittyy hyvä viljelyhygienia, kuten kuolleiden kasvinjätteiden poisto ja kasvihuoneen yleinen siisteys. Harsosääskien esiintymistä tarkkaillaan liima-ansoilla, mutta niillä ei saada kovinkaan tarkkaa tietoa toukkien määrästä. Kasvualustan pinnalle asetettuja perunanviipaleita voi hyödyntää toukkien laskemisessa, sillä ne houkuttelevat jopa puolet ruukussa olevista toukista pintaan. Pienehkö perunanviipale asetetaan kasvualustaan ja annetaan olla siinä kaksi vuorokautta. Sen jälkeen viipale käännetään ympäri ja lasketaan alapuolella olevat toukat. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

Harsosääskiä voidaan torjua parhaiten biologisesti, esimerkiksi isosukkuloilla, harsosääskentopunkeilla tai karvajalkapetopunkeilla. Kemiallisella torjunnalla, pyretriinillä tai pyretrioideilla voidaan saada nopea vaikutus aikuisten harsosääskien määrään, mutta teho on lyhytaikainen. Tehokkainta kemiallinen torjunta on toukkia vastaan, kun torjunta-aine kohdistetaan kasvualustaan. Kemiallisia torjunta-aineita ovat esimerkiksi diflubentsuroni ja metiokarbi. (Vänninen, hakupäivä 29.9.2010.)

### **Kirvat**

Kirvat ovat pieniä, siivellisiä tai siivettömiä hyönteisiä, jotka elävät usein tiheissä yhdyskunnissa (Biotus Oy 2010a, hakupäivä 31.5.2010). Ne ovat kooltaan noin 1,5-6 mm ja kirvojen väri voi vaihdella lajista ja kehitysvaiheesta riippuen vihertävästä mustaan. Koivulla tavallisimmat lajit ovat koivukirva (*Euceraphis* sp.) ja koivunoksakirva (*Symydobius oblongus*). (Kytö 2008, 78.) Kirvat lisääntyvät nopeasti ja tehokkaasti. Ne aiheuttavat lehtiin vioituksia imemällä kasvinesteitä. Ne myös tahraavat lehdet ulosteellaan eli niin sanotulla mesikasteella, joka voi toimia kasvualustana homeille. Kirvat voivat myös levittää useita virustauteja. (Biotus Oy 2010a, hakupäivä 31.5.2010.)

Vioitukset näkyvät kasvissa lehtien ennenaikaisena kellastumisena. Kirvat voidaan havaita yleensä helposti esimerkiksi lehtien alapinnoilta. Koivun taimille suuri määrä kirvoja voi aiheuttaa suuria kasvutappioita ja pahimmillaan tappaa taimen. Erityisesti muovihuoneissa kirvat lisääntyvät nopeasti, sillä sieltä puuttuvat kirvojen luontaiset viholliset, jotka luonnossa pitävät kirvojen lisääntymistä kurissa. Erityisesti siivelliset kirvat hakeutuvat taimiin ja niitä voi tulla myös tuulen mukana kasvihuoneeseen tuuletusaukoista ja avoimista ovista. (Kytö 2008, 78.)

Kirvojen torjuntaan voi käyttää kemiallista torjuntaa. Pienillä aloilla kasvit voidaan ruiskuttaa vedellä, johon on lisätty mäntysuopaa (2-3 %:n liuos). Ruiskutus täytyy tehdä huolellisesti siten, että kaikki kasvin pinnat tulee käsiteltyä, erityisesti lehtien alapinnat. Käsitely tulee toistaa esimerkiksi viikon kuluttua. (Kytö 2008, 79.)

### **Ripsiäiset**

Ripsiäiset ovat pieniä, siivellisiä, nopeasti juoksevia hyönteisiä (Biotus 2010b, hakupäivä 31.5.2010). Ne ovat kooltaan 0,5-1,5 mm. Aikuiset ripsiäiset ovat väriltään tummia, toukat ovat puolestaan kellertäviä eikä niillä ole siipiä. Ripsiäisten vivotukset näkyvät taimien pensastumisena sekä nuoret lehdet vioittuvat, jopa kuolevat. Nuorten lehtien ja versonkärkien vioittuminen aiheuttaa myös taimien haaroittumista. (Poteri 2008, 81.) Ripsiäiset imevät kasvinesteitä ja aiheuttavat lehtiin hopeisina laikkuina näkyviä vivotuksia, joiden ympärillä on ulosteita. Ne voivat kirvojen tapaan kuljettaa viruksia. (Biotus 2010b, hakupäivä 31.5.2010.)

Ripsiäiset ovat ongelmana yleensä muovihuoneissa. Ne esiintyvät kasvissa yleensä verson kärjessä sekä nuorien lehtien alapinnoilla. Ripsiäisille altistavat tekijät ovat lämpimät olosuhteet kasvatustilassa. Torjuntaan voidaan käyttää hyväksytyjä hyönteisten torjunta-aineita. (Poteri 2008, 81.)

### **Kehrääjäpunkit**

Kehrääjäpukkeja esiintyy usein muovihuoneissa. Ne imevät ravintoa kasvista ja kehräävät seittiä suojakseen. Pukkeja esiintyy yleensä lehtien alapinnoilla, erityisesti taimien latvaosissa. Pukit lisääntyvät nopeasti. Vivotukset näkyvät kasvissa lehtien kellastumisena ja kuivumisena. Myös vaalea seitti erottuu verson ja lehtien pinnalla. Pukit voivat heikentää taimien kuntoa ja näin vähentää pituuskasvua. (Poteri 2008, 88.)

Punkteille altistavat tekijät ovat lämpimät ja kuivat olosuhteet kasvatustilassa. Hieskoivu on herkempi kehrääjäpukkeille kuin rauduskoivu. Pukien torjuntaan käytetään hyväksytyjä kemiallisia torjunta-aineita. Myös biologista torjuntaa voidaan käyttää. (Poteri 2008, 88.)

### **Perhosten toukat**

Mittariperhosista muun muassa tunturimittari voi aiheuttaa pahoja tuhoja koivumetsiköille. Sitä esiintyy koko maassa ja Pohjois-Suomen tunturialueella tavataan lisäksi sen massaesiintymiä, jolloin toukat voivat syödä kokonaisia koivikoita paljaaksi lehdistä. Sillä ei ole metsätaloudellisesti

kovinkaan suurta vaikutusta, koska koivut yleensä toipuvat lehtien menetyksestä. (Kankaanhuhta, hakupäivä 31.5.2010.) On kuitenkin tärkeää, ettei tällaisia perhosia ja niiden toukkia päästetä kasvi- ja muovihuoneisiin, koska pienille taimille ne voivat aiheuttaa erittäin pahoja tuhoja.

#### 4.3.2 Taudit

##### **Verso- ja tyvilaikku**

Koivun verso- ja tyvilaikun aiheuttajina toimivat useat sienisuvut esimerkkinä harmaahomeen aiheuttajasieni, *Botrytis cinerea*. Taudinaiheuttajat eivät ole erityisen aggressiivisia ja ne tarvitsevatkin otolliset olosuhteet tartuttaakseen kasvin. Kosteaa paikallinen ilmasto sekä vioitukset verson kuoreissa ovat taudille altistavia tekijöitä. Oireina koivun verso- ja tyvilaikussa ovat tummat painaumat versossa. Nämä laikut johtuvat jälsisolukon kuolemisen painaumakohdassa. Tautien kurissa pitämiseksi riittää versojen vahingoittamisen sekä liiallisen kastelun välttäminen. (Kasanen 2009, 166.)

##### **Levälaikku**

Toinen verso- ja tyvilaikun tyylinen sienitauti koivuntaimilla on koivun levälaikku. Sen aiheuttajana toimii *Phytophthora cactorum* -sieni. Erona koivun verso- ja tyvilaikkuun levälaikku voi tarttua taimiin myös ehjän kuoren läpi. Haavaumat kuoreissa kuitenkin ovat taudin altistumiselle lisääviä tekijöitä. (Kasanen 2009, 170.) Oireina taudin saastuttamissa kasveissa ovat mustat, hieman painautuneet laikut versossa. Laikkuja voi esiintyä koko versossa, myös aivan verson tyvellä. *Phytophthora* infektoi tavallisimmin puutumattomia taimia, jotka myös useimmin kuolevat tartunnan saatuaan. (Lilja 2008, 89.)

Levälaikulle altistavia tekijöitä ovat kasvualustan märkyys sekä liian tiheä kasvusto. Tautia voi torjua esimerkiksi kasvuston harventamisella. (Lilja 2008, 90.) Taudin torjunnassa myös viljelyhygieniä sekä mahdollisimman kuiva ja tuuletettu mikroilmasto ovat tärkeitä tekijöitä (Kasanen 2009, 171).

##### **Koivunruoste**

Koivunruoste aiheuttaa *Melampsorium betulinum* -sieni. Taudin tunnistaa ennen aikojaan kellastuvista lehdistä, jotka ovat itiöpölyn peitossa. Koivunruoste heikentää taimien kasvua ja laatua. Tautia voidaan torjua kemiallisesti ensimmäisten oireiden ilmaannuttua torjuntaan hyväksytyillä fungisideilla. (Kasanen 2009, 168-169.)

## **Harmaahome**

Harmaahome leviää tehokkaasti etenkin tiheiden kasvustojen alaosissa sekä suljetuissa taimipakkauksissa kuljetuksen aikana (Lilja & Petäistö 2008, 32). Se voi aiheuttaa tuhoja myös varastointivaiheessa. Se leviää tiheissä kasvustoissa, olosuhteiden ollessa otollisen kosteat. (Rikala 2008, 70.) Oireena on harmaa, villava rihmasto kasvin pinnalla. Rihmasto leviää taudin vaivamista kasvinosista myös terveisiin kasvinosiin. Koivulla tauti voi aiheuttaa myös versolaikkuja. Torjunnassa tärkeitä tekijöitä ovat ilmava kasvusto, liiallisen kastelun välttäminen ja tautisten kasvien poisto. Tarvittaessa harmaahometta voidaan torjua myös kemiallisesti. (Lilja & Petäistö 2008, 32.)

## 5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyö sisältää teorian keräämisen lisäksi kasvatuskokeen ja erillisen itävyyssokeen suorittamisen. Näiden lisäksi työhön kuuluu pienimuotoinen taimien varastointikestävyyskoe. Tilaajat toivoivat työhön vielä eräänlaista reseptiä, jonka perusteella he pystyisivät aloittamaan koivun kasvatuksen itse. Reseptiin koottiin kasvatuksen aikaiset olosuhteet ja tärkeimmät työvaiheet (liite 5). Kaikki opinnäytetyön valokuvat ovat työn tekijöiden ottamia.

### **Koepaikka**

Kasvatus- ja itävyyssokeet suoritettiin Oulun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan tutkimuskasvi-huoneessa, jossa kasvatusolosuhteet saatiin säädettyä koivun taimikasvatukselle otollisiksi. Pinta-alaltaan 25 m<sup>2</sup>:n kokoisessa huoneessa on 400 W:n suurpainenatriumlamput valaisemassa tilaa. Kasvatustilaan hankittiin tippukastelujärjestelmä, jonka avulla pyrittiin ylläpitämään tasainen kosteus kasvatuksen aikana. Korkeapainesumutus säädettiin pitämään ilmankosteus huoneessa halutulla tasolla.

Kastelujärjestelmä hankittiin Schetelig Oy:ltä. Järjestelmään kuului Netafim Aqua Pro -kasteluohjain, 16 mm:n letku ja runsaasti kastelutippuja. Kastelujärjestelmä jätettiin puutarhalle korvaukseksi tilan käytöstä.

### **Lisäysmateriaali**

Kokeessa käytettiin eri alkuperää olevia rauduskoivun sekä hieskoivun siemeniä. Suomalaiset siemenet saatiin lahjoituksena Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion siemenkeskukselta. Italia-laista alkuperää olevat rauduskoivun siemenet puolestaan saatiin lahjoituksena Oulun yliopiston puutarhalta siemenvaihdon kautta.

Suomalaiset siemenet olivat peräisin Tapion siemenkeskuksen siemenviljelyksiltä. Tiluserittelyssä oli rauduskoivun siemenille annettu itävyydeksi 59 % ja hieskoivun siemenille 36 %. Rauduskoivun siementen keräysvuosi oli 2007 ja hieskoivun 1998.

### **Muut materiaalit**

Kasvatuskokeessa käytetty kasvuturve saatiin lahjoituksena Lassilan Taimistolta. Taimi Superex -lannoite ostettiin Puutarha Sinitaivaalta. Osa kasvatusastioista saatiin lahjoituksena ja osa tilattiin

maahantuojalta. Kasvatusastioiden alustat saatiin lainaksi Aleniuksen Puutarhalta. Kokeessa käytetyt mittarit saatiin puolestaan lainaksi Oamkin Luonnonvara-alan yksiköstä.

### **Itävyyskokeet**

Opinnäytetyön itävyyismääritykset suoritettiin turpeessa, jotta kasvatuskokeen aikana tehtävä itävyyismääritys ja myöhemmin tehtävän erillisen itävyyismäärityksen tulokset olisivat tältä osin vertailukelpoisia. Myös työn tilaajille oli hyödyllisempää nähdä itävyyismäärityksen tulokset turpeessa imupaperin sijaan.

### **Tilastolliset menetelmät**

Opinnäytetyön aineiston tulkitsemiseen ei käytetty erityisiä tilastollisia menetelmiä, lukuun ottamatta itävyyismäärityksen tuloksia. Pääosin aineiston tulkitsemiseen käytettiin Excel-ohjelmalla luotuja taulukoita ja kaavioita, sekä niiden pohjalta tehtyjä johtopäätöksiä.

Itävyyismääritysten itävyyisprosenttien osalta aineiston tilastollinen testaus suoritettiin SPSS-ohjelmalla Mannin-Whitneyn U-testiä hyödyntäen. Testi valittiin, koska yleisemmin käytetyn t-testin edellytysten voimassaoloa epäiltiin. Mannin-Whitneyn U-testi on lähes t-testin veroinen, jakaumasta riippumaton testi. (Ranta, Rita & Kouki 1999, 195.) Tietokoneohjelman laskemat tulokset tarkistettiin käsin laskemalla. Karjalaisen (2004, 195) mukaan otoksilla on tilastollisesti merkitsevä ero, mikäli testin merkitsevyystaso eli p-arvo on suurempi tai yhtä suuri kuin 0,001 ja pienempi tai yhtä suuri kuin 0,01.

## 6 KASVATUSKOKEEN SUORITTAMINEN

Ennen kasvatuskokeen aloittamista laadittiin koesuunnitelma. Suunnitelmassa esitettiin kasvatolosuhteet ja kokeessa mitattavat tekijät pääpiirteissään. Myös kasvatusastioiden arvotut sijainnit pöydällä esitettiin suunnitelmassa. Kasvatusastiat nimettiin RAKO A-F ja HIKO A-F -mallien mukaan. Koejärjestelyt kasvatushuoneessa toteutettiin suunnitelman pohjalta.

### 6.1 Tarkoitus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena oli saada koivuntaimet kasvamaan mahdollisimman nopeasti ja tasaisesti. Tarkoituksena oli myös vertailla rauduskoivun ja hieskoivun kasvun mahdollisia poikkeavuuksia sekä sopivuutta käyttötarkoitukseen. Tämän lisäksi työssä oli tarkoituksena tarkastella italialaista alkuperää olevien rauduskoivujen kasvun eroja suomalaisiin rauduskoivuihin verrattuna.

### 6.2 Siementen kylvö ja idätys

Koe aloitettiin kylvämällä siemenet 25.7.2010 Kekkilä White 420 -kasvuturpeeseen. Kasvuturpeen pH oli pakkauksen mukaan 5,5 ja johtokyky 2,0 mS, ja se koostui vaaleasta, kalkitusta rakkaturpeesta.

Kylvövaiheessa kasvatushuoneen yö- ja päivälämpötilaksi säädettiin 25 °C ja ilmankosteudeksi 80 %. Kylvön jälkeen kasvatusastiat peitettiin läpinäkyvällä kalvolla tasaisen kosteuden varmistamiseksi. Ensimmäisen viikon aikana kasvatusastioita käytiin suihkuttamassa päivittäin. Kalvot poistettiin viiden päivän kuluttua, kun suuri osa siemenistä oli itänyt ja kalvo alkoi häiritä sirkkaimien kasvua.

Viikon kuluttua kylvöstä, 1.8., suoritettiin sirkkaimien laskenta eli itämistarmon määrittäminen. Lopullinen itävyysprosentti laskettiin siitä viikon kuluttua eli 8.8. Laskennassa huomioitiin taimet, joiden sirkkalehdet olivat kehittyneet. Taimien harvennus lopulliseen kasvutiheyteen suoritettiin 16.8.



### 6.3 Taimikasvatusolosuhteet kokeen aikana

Kasvatuskokeen aikana kasvihuoneen olosuhteet pyrittiin säätämään kerätyn teorian pohjalta taimien kasvuun optimaaliksi. Kasvatustilassa pystyttiin säätämään lämmitystä, valaistusta, kastelua ja ilmankosteutta. Lannoitus suoritettiin käsin kastelemalla.

#### 6.3.1 Lämpötila

Idätys- ja taimikasvatuksen alkuvaiheessa sekä päivä- että yölämpötilaksi säädettiin 25 °C. Noin neljän viikon taimikasvatuksen jälkeen (19.8.) kasvatushuoneen lämpötilaa laskettiin niin, että yölämpötila oli 18 ja päivälämpötila 23 °C. Tämä muutos tehtiin siksi, että matalampi yölämpötila edistää taimien kasvua.

Lämpötiloja kokeen aikana mitattiin kahdella lämpötila- ja ilmankosteusmittarilla. Mittarit sijoitettiin eri puolille pöytää siten, että mittari 1 oli valoisammalla puolella, kun taas mittari 2 oli varjoisammalla puolella. Valoisammalla puolella naapuripöydän lamput sekä auringonvalo pääsivät tehokkaammin lämmittämään kasvustoa. Mittarilukemat kirjattiin kylvön jälkeen lähes päivittäin ja myöhemmin kaksi kertaa viikossa. Mittareista kirjattiin sen hetkinen lämpötila sekä sen minimi- ja maksimiarvot, minkä jälkeen mittarit nollattiin.

#### 6.3.2 Valaistus

Kasvihuoneessa oli käytössä M-Levy Oy:n Green Light 2002 -valaisimet. Niissä käytettiin 400 W:n suurpainenaatriumlamppuja. Valaisimet oli sijoitettu 144 cm:n korkeudelle pöydästä. Lisävalaistus aloitettiin 19.8., kun luonnonvalon määrä alkoi vähentyä ja valoisan ajan pituus lyhentyä. Lamput asennettiin palamaan 18 tuntia vuorokaudessa aikavälillä 05.00-23.00.

Kasvatushuoneessa valaisimia oli yhteensä 17 kappaletta, joista kahdeksan oli koivukasvuston yläpuolella ja yhdeksän viereisen pöydän yllä. Kaikkien lamppujen palaessa valaistuksen asennusteho huoneeseen muodostui 272 W/m<sup>2</sup>. Asennusteho lasketaan seuraavalla kaavalla: lamppujen wattiteho x lamppujen lukumäärä / huoneen pinta-ala. (Taulavuori & Murman 2003, 185.)

Valaistuksen voimakkuutta mitattiin kokeen aikana kerran Delta Ohm 9721 -mittarilla. Hetkellinen mittaussuoritus suoritettiin 30.9. kasvatuspöydän tasolta kolmesta eri kohtaa. Mittauspisteet olivat pöydän molemmissa päissä sekä keskellä. Mittari antoi valomäärän tulokset arvoina  $W/m^2$  ja  $\mu mol/m^2/s$ .

### **6.3.3 Kasvualustan seuranta**

Kasvualustan seurannan avulla pystyttiin tarkentamaan kasvien kastelu- ja lannoitustarvetta. Kasvualustan johtokykyä, kosteutta ja lämpötilaa mitattiin Grodan-mittarilla 14.8. alkaen. Näistä mittauksista lämpötilaan ei kiinnitetty suurempaa huomiota, koska siihen ei olisi kyetty juurikaan vaikuttamaan. Mittaukset suoritettiin aluksi kaksi kertaa viikossa ja myöhemmin vain kerran viikossa, koska mittaussuoritus hankaloitui taimien kasvaessa ja olisi aiheuttanut liikaa mekaanisia vaurioita kasvustoon. Mittaukset otettiin jokaisesta kasvatusastiasta ja mittaussuoritus pyrittiin pitämään samana. Mittaukset lopetettiin 30.9. varsinaisen kasvatuksen päätyttyä.

Kasvualustana käytetystä turpeesta mitattiin lisäksi pH-arvo kahdesti kokeen aikana, ennen kasvatuksen aloittamista ja kokeen loppuvaiheessa. Kasvualustan pH-arvo määritettiin turpeen puristuksesta. Ensimmäisen mittauksen yhteydessä mitattiin myös kasteluveden pH. Mittaukseen käytettiin Scangrow pH-mittaria.

### **6.3.4 Kastelu ja ilmankosteus**

Huoneeseen asennettiin tippukastelujärjestelmä, jossa oli 21 kappaletta tippuja. Järjestelmä annostelee 1,5 litraa vettä tunnissa jokaisesta asennetusta tippusta. Kokeen alussa järjestelmä säädettiin kastelemaan kaksi kertaa päivässä 15 minuuttia kerrallaan, jolloin kasvit saivat vettä yhteensä 15 litraa vuorokaudessa. Ensimmäinen kastelukerta oli kello 8 ja toinen kello 18.

Kastelua säädettiin kasvatuksen aikana tarpeen mukaan. Taulukosta 1 selviävät kasteluajat ja -määrät kasvatuskokeen aikana. Kastelua vähennettiin 14.8., koska turve ei ehtinyt kuivahtaa kasteluiden välillä ja siihen alkoi ilmestyä leväkavustoa. 30.8. ja 10.9. kastelua taas lisättiin, koska kasvit alkoivat haihduttaa enemmän vettä lehtipinta-alan kasvaessa ja turve oli paikoin kuivaa. Kavustoa kasteltiin myös käsin tarvittaessa. Lisäksi taimia kasteltiin lannoitevedellä käsin 16.8. alkaen kaksi kertaa viikossa, mikä otettiin huomioon tippukastelua säädettyä.

Ilmankosteutta muodostettiin sumutuksella, joka käynnistyi aina kosteuden laskettua alle 80 %:n eli käytännössä sumutus toimi melkein koko ajan. Ilmankosteutta kokeen aikana mitattiin kahdella lämpötila & ilmankosteus -mittarilla. Mittarit oli sijoitettu eri puolille pöytää, mittari 1 kuivemmalle ja mittari 2 kosteammalle puolelle. Vaihtelu johtui sumutuslaitteen sijainnista. Mittarilukemat kirjattiin kylvön jälkeen lähes päivittäin ja myöhemmin kaksi kertaa viikossa. Mittareista kirjattiin sen hetkinen ilmankosteus sekä sen minimi- ja maksimiarvot, minkä jälkeen mittarit nollattiin.

Sumutuslaitteisto oli tuntemattomasta syystä mennyt epäkuntoon 24.9. ja kasvatushuoneen ilmankosteus oli laskenut noin 30 %:iin, koska sumutuslaitteisto ei toiminut lainkaan. Häiriö oli aiheuttanut hälytyksen, jota kasvihuoneen päivystäjä ei ollut huomannut, joten vika havaittiin vasta 27.9. Vika korjattiin välittömästi ilmoituksen jälkeen ja kasvitieteellisen puutarhan ylipuutarhuri pahoitteli tapahtunutta.

*TAULUKKO 1. Tippukastelujärjestelmän kasteluajat ja kastellut vesimäärät*

	<b>kastelu, min/vrk</b>	<b>vettä, l/vrk</b>
<b>25.7.-14.8.</b>	30; aamu 15, ilta 15	15,75
<b>14.8.-30.8.</b>	20; aamu 10, ilta 10	10,5
<b>30.8.-10.9.</b>	25; aamu 10, ilta 15	13,13
<b>10.9.-21.10.</b>	35; aamu 15, päivä 10, ilta 10	18,38

### **6.3.5 Lannoitus**

Lannoitus aloitettiin 16.8. eli noin kaksi viikkoa taimettumisesta. Lannoitukseen käytettiin Kekkilän Taimi-Superex -kastelulannoitetta. Taimi-Superex sopii metsätaimien lannoitukseen ja sen NPK-suhde on pakkauksen mukaan 19-4-20. Valmistajalta saatiin koivun taimikasvatukseen sopivat lannoitus- ja annosteluohjeet. Kasvatuksen aikana kasvualustan johtokyky pyrittiin pitämään välillä 2-3 mS/cm.

Kolmen ensimmäisen viikon ajan lannoitemäärä 10 litrassa vettä oli 9 grammaa (0,9 % liuos) ja kasvusto lannoitettiin kaksi kertaa viikossa. Lannoitemäärää nostettiin 2.9. siten, että 10 litraan vettä lisättiin 10 grammaa lannoitetta (1 % liuos). Koivuntaimien nopean kasvun ja kasvualustan

alhaisen johtokyvyn vuoksi lannoitemäärää lisättiin viidennellä viikolla 12 grammaan per 10 litraa vettä (1,2 % liuos). Seitsemännellä viikolla (20.9.) lannoitemäärää lisättiin 15 grammaan (1,5 % liuos). Lannoitus lopetettiin, kun tarvittava pituuskasvu oli saavutettu.

### **6.3.6 Kasvinsuojelu kokeen aikana**

Kasvihuoneessa esiintyi kokeen aikana liejukärpäsiä, harsosääskiä sekä kirvoja. Mäntysuopakasteluita 2,5 %:n liuosväkevyydellä suoritettiin tuholaisten torjumiseksi kolme kertaa viikon välein.

Mäntysuopaliuoksen lisäksi torjuntaan ja tarkkailuun käytettiin keltaisia liima-ansoja sekä kärpäs-papereita. Papereita sijoitettiin niin pöydän ylä- kuin alapuolellekin, koska liejukärpäset menevät usein päivisin pöytien alle suojaan auringonvalolta. Kärpäs-paperit vaihdettiin uusiin, kun ne olivat täyttyneet tuholaista.

### **6.3.7 Kasvikohtainen seuranta**

Kasvatuskokeen aikana taimien kasvua seurattiin viikoittaisilla mittauksilla, jotka aloitettiin kuu-kauden kuluttua kylvöstä, taimien ollessa keskimäärin 5-10 cm:n mittaisia. Mitattavia tekijöitä olivat pituus, nivelvälien lukumäärä sekä lehtien lukumäärä. Lopuksi laskettiin nivelvälien keskimääräiset pituudet. Lisäksi arvioitiin silmämääräisesti kasvuston kuntoa ja lehtien väriä. Mitattavat yksilöt arvottiin kasvustastioittain. Yhteensä mitattavia hieskoivuja tuli 15 kappaletta ja rauduskoivuja saman verran.

Kasvikohtainen seuranta toteutettiin viikon välein ajalla 26.8.-30.9. Ennen kolmatta mittauskertaa oli yksi seurattavista hieskoivuista kuollut. Juuri ennen viimeistä mittauskertaa kuoli vielä kolme rauduskoivun ja kaksi hieskoivun tainta.

Taimien pituus mitattiin kasvualustan pinnasta kasvupisteen kärkeen. Ensimmäisillä kerroilla nivelvälien ja lehtien määrä laskettiin taimen tyveltä latvaan asti. Taimien kasvaessa mittaus hankaloitui suuresti ja alimpia lehtiä alkoi kellastua ja tippua, joten päätettiin alkaa merkitsemään ylin huomioitu nivelväli seuraavaa mittauskertaa varten. Jatkossa taimista laskettiin vain edellisen mittauksen jälkeen kasvaneet nivelvälit ja lehdet, joten pudonneet lehdet eivät vaikuttaneet tuloksiin.

## 7 VARASTOINTIKOE

Kasvatuskokeen lopulla suoritettiin tilaajien toivomuksesta taimien varastointikoe. Sen tarkoituksena oli selvittää, kestävätkö koivuntaimet säilytystä pimeässä ja viileämissä olosuhteissa sekä ilman kastelua. Koe aloitettiin 7.10., jolloin taimet sijoitettiin mustiin rei'itettyihin jätessäkkeihin kasvatushuoneen ulkopuolella olevaan viileään käytävätilaan. Lämpötila käytävällä oli noin 12 °C. Taimet pidettiin säkeissä viikon verran.

Yhteen säkkiin sijoitettiin lämpötila & ilmankosteus -mittari, jonka lukemat kirjattiin ylös neljän ja seitsemän päivän kuluttua kokeen aloittamisesta. Myös kasvien ulkoisia muutoksia tarkkailtiin molemmilla kerroilla. Viikon kuluttua taimet otettiin säkeistä takaisin kasvatushuoneeseen, jossa niitä seurattiin vielä viikon verran.

## 8 ITÄVYYSMÄÄRITYS

Opinnäytetyön viimeisen kokeen, itävyysmäärittelyn tarkoitus oli selvittää saadaanko koivun siemenet itämään myös alkutalvesta keinovaloja apuna käyttäen. Kokeessa kylvettiin suomalaisia hies- ja rauduskoivun siemeniä samat määrät kuin kasvatuskokeessa. Italialaisia siemeniä ei riittänyt tähän koevaiheeseen.

Koe aloitettiin 2.11. kylvämällä siemenet turpeeseen. Kasvatuhuoneen päivä- ja yölämpötilaksi säädettiin jälleen 25 °C:seen ja ilmankosteus 80 %:iin. Sumutuslaitteisto ei kuitenkaan ensimmäisen viikon aikana toiminut oikein, mikä on havaittavissa mittaustuloksissa. Riittävän kosteuden takaamiseksi kasvatusastiat peitettiin läpinäkyvällä, rei'itetyllä kalvolla. Kalvot poistettiin 9 päivän kuluttua kylvöstä. Kastelujärjestelmä asennettiin kastelemaan kaksi kertaa vuorokaudessa 15 minuuttia kerrallaan ja lisäksi kasvualustoja kasteltiin käsin sumuttamalla.

Itäneet sirkkataimet laskettiin viikon kuluttua kylvöstä, jolloin määritettiin itämistarmo. Tästä jälleen viikon kuluttua suoritettiin lopullinen laskenta, jonka perusteella itävyysprosentit määriteltiin.

## 9 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

### 9.1 Kasvatuskokeen tulokset

Kasvatuskokeen tulokset koostuvat kokeen alussa tehdyn itävyyismäärityksen ja kasvuolosuhteiden seurannan tuloksista.

#### 9.1.1 Itävyyismäärityksen tulokset

Suomalaiset koivun siemenet itivät kaiken kaikkiaan hyvin. Erityisesti hieskoivun itävyysprosentti oli noin kaksi kertaa suurempi kuin siemenkeskuksen antama arvo. Rauduskoivun siementen itävyys jäi aavistuksen heikommaksi luvatusa arvosta. Italialaista alkuperää olevista rauduskoivun siemenistä ei yksikään itänyt kokeen aikana. Raudus- ja hieskoivun siementen itämistarvot ja itävyysprosentit on ilmoitettu taulukoissa 2 ja 3 eriteltynä kasvatusastioittain. Lopuksi on ilmoitettu kokonaistulokset sekä siemenkeskukselta saadut arvot.

TAULUKKO 2. Rauduskoivun itävyys

RAUDUSKOIVU	itäneet / kylvetyt	itämistarmo %	itäneet / kylvetyt	itävyys %
A	12/30	40	13/30	43
B	44/98	45	62/98	63
C	14/30	47	18/30	60
D	49/150	33	84/150	56
E	18/30	60	19/30	63
F	54/150	36	88/150	59
<b>KOKONAISTULOS</b>	<b>191/488</b>	<b>39</b>	<b>284/488</b>	<b>58</b>
<i>siemenkeskuksen antama arvo</i>		55		59

TAULUKKO 3. Hieskoivun itävyys

HIESKOIVU	itäneet / kylvetyt	itämistarmo %	itäneet / kylvetyt	itävyys %
A	106/225	47	155/225	69
B	68/147	46	106/147	72
C	80/225	36	167/225	74
D	27/45	60	33/45	73
E	32/45	71	37/45	82
F	18/45	40	31/45	69
<b>KOKONAISTULOS</b>	<b>331/732</b>	<b>45</b>	<b>529/732</b>	<b>72</b>
<i>siemenkeskuksen antama arvo</i>		34		36

Tulosten perusteella hieskoivun itävyys näyttäisi olevan parempi kuin rauduskoivulla. Itävyysprosentit analysoitiin Mannin-Whitneyn U-testin avulla, jonka perusteella hies- ja rauduskoivun itävyysprosentteilla on myös tilastollisesti merkitsevä ero (p-arvo 0,002).

### Tulosten tarkastelu

Italialaisten siementen täysi itämättömyys johtui todennäköisesti siitä, että siemenet olivat viallisia, mutta jonkinlainen siementen lepotila saattoi myös olla mahdollinen syy itämättömyyteen. Esimerkiksi siementen keräysajasta tai säilytysolosuhteista ei ollut saatavissa tietoa, joten tarkkaa päätelmää itämättömyyden syistä ei voitu tehdä. Siementen vähäinen määrä esti myös tarkempien tutkimusten suorittamisen Oulun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan siementutkijan toimesta.

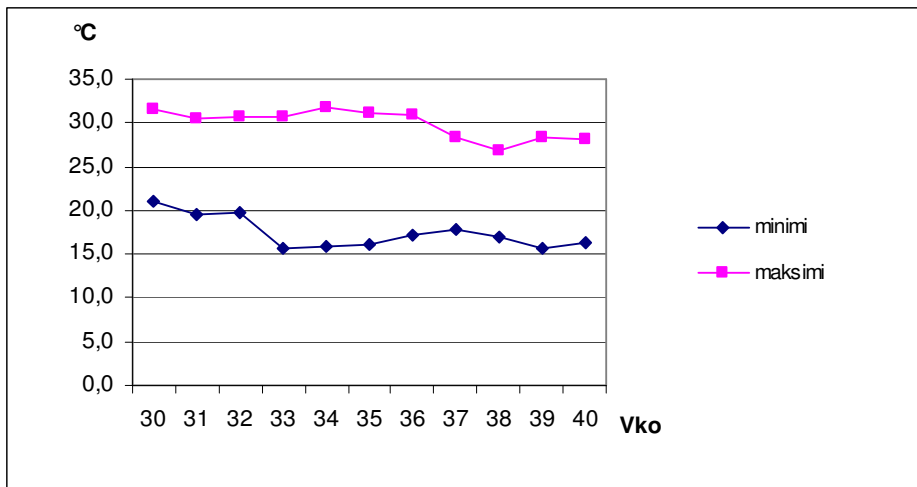
Kotimaisten siementen osalta hieskoivun korkea itävyys oli yllättävää, koska siemenet olivat vanhoja ja niille oli annettu melko alhainen itävyys. Hieskoivulle annettu itävyysprosentti oli myös huomattavasti alhaisempi kuin rauduskoivulle annettu, mutta kokeen tulokset olivat juuri päinvastaiset. Rauduskoivun siementen itämistarmo ei yltänyt annettuun arvoon, mutta lopullinen itävyys kuitenkin oli lähes saman verran. Siemenet itivät jonkin verran odotettua hitaammin, koska itämistarmon ja itävyysprosentin välinen ero oli molemmilla lajeilla suuri. Näin ei ollut siemenkeskukselta saaduissa arvoissa. Tuloksista saatettiin päätellä, että olosuhteet olivat kaiken kaikkiaan melko



sopivat siementen itämiselle, mutta jokin tekijä kuitenkin hidasti itämisnopeutta. Syy voisi olla esimerkiksi liian alhainen yölämpötila, koska se ei pysynyt asetetuissa arvoissa. Myös helteisten päivien vuoksi lämpötilanvaihtelut muodostuivat suuriksi.

### 9.1.2 Lämpötila

Lämpötila kasvatushuoneessa vaihteli suuresti etenkin aurinkoisina ja lämpiminä päivinä, jolloin kattoluukut eivät riittäneet huoneen tuulettamiseen. Yölämpötilaminimit olivat usein olleet huomattavan alhaisia. Aikavälillä 25.7.-18.8. mitatut minimilämpötilat vaihtelivat 16-23,6 °C:n ja maksimilämpötilat 25,1-34,9 °C:n välillä. Lämpötilan laskemisen jälkeen aikavälillä 19.8.-4.10. minimilämpötilat vaihtelivat 14,6-17,9 °C:n ja maksimilämpötilat 25,1-35,7 °C:n välillä. Viikoittaiset minimi- ja maksimilämpötilojen keskiarvot selviävät kuviosta 1. Tarkat mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.



KUVIO 1. Kasvatushuoneen minimi- ja maksimilämpötilat

### Tulosten tarkastelu

Lämpötilat kasvihuoneessa eivät pysyneet asetetuissa arvoissa. Yölämpötilat olivat poikkeuksetta liian alhaiset ja etenkin itämisvaiheesta tästä on voinut olla haittaa. Päivälämpötilat kohosivat usein hellesäiden vuoksi liian korkeiksi, eivätkä tuuletus ja sumutus riittäneet niitä alentamaan. Kahden eri mittarin väliset erot olivat johdonmukaisia, mutta eivät huomattavan suuria. Mittari 1:n

ollessa valoisammalla puolella sen lämpötilat olivat päivisin korkeammat kuin mittari 2:n arvot, mutta yölämpötiloissa selvää eroa ei ollut.

### 9.1.3 Valaistus

Valaistusolosuhteet eivät olleet tasaiset kokeen aikana, koska alkuvaiheessa hyödynnettiin luonnonvaloa ja loppuajasta käytettiin keinovalaistusta. Kasvihuoneen sulakevian vuoksi kasvatuspöydän yläpuolella olevat lamput eivät kuitenkaan palaneet läheskään aina asetettuina aikoina. Naapuripöydän valot olivat päällä silloinkin, kun toiset olivat sammuneet.

Kasvatuskokeen aikana huoneessa suoritettiin yksi valomittaus, jossa mitattiin hetkellisen valon määrää. Mittauspiste 1 sijaitsi pöydän takaosassa ja sen tulokset olivat  $86,7 \text{ W/m}^2$  ja  $382 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ . Keskellä pöytää sijaitsevan pisteen arvot olivat  $45,2 \text{ W/m}^2$  ja  $164,6 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ . Pöydän etuosasta saatiin arvot  $54,9 \text{ W/m}^2$  ja  $199,5 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ .

#### Tulosten tarkastelu

Taimien saaman valon määrään vaikutti valaisimien satunnainen toimimattomuus. Kun kasvatuspöydän valot sammuiivat, taimet saivat jonkin verran valoa naapuripöydän lampuista. Tämä ei kuitenkaan kohdistunut tasaisesti kasvustoon. Koivujen kasvulle viasta ei kuitenkaan ollut suurta haittaa, koska ne eivät valoisan jakson aikana missään vaiheessa joutuneet kärsimään täydellisestä keinovalon puutteesta.

Valomittauksen tulokset eivät antaneet täysin luotettavaa kuvaa kasvatushuoneen valotilanteesta, koska mittaus suoritettiin vain kerran. Mittauksia olisi voinut tehdä myös kasvatuksen alkuvaiheessa, kun keinovalaistusta ei ollut vielä käytössä, sekä useamman kerran kasvatuksen aikana, jotta taimien varjostuksen vaikutusta olisi voitu paremmin arvioida. Mittaus suoritettiin kasvatuksen loppuvaiheessa, kun taimet olivat jo lopullisessa koossa.

Tuloksissa oli melko suuret vaihtelut siihen nähden, että mittauspisteet olivat lähellä toisiaan. Pöydän takaosassa oleva mittauspiste oli ainoa, jossa taimet eivät mittaria varjostaneet. Keskellä pöytää ollut mittauspiste oli kaikista varjoisin, jolloin myös mittauksen tulokset olivat muita alhaisemmat. Tiheän kasvuston vuoksi taimien alalehdet kärsivät valon puutteesta, mikä näkyi lehtien kellastumisena ja putoamisena.

#### **9.1.4 Kasvualustan seuranta**

Kasvualustan seurannassa keskityttiin johtokyvyn muutoksiin. Muita mitattavia tekijöitä olivat lisäksi kasvualustan kosteus ja lämpötila sekä pH-arvo. Ennen kasvatuksen aloittamista 25.7. kasvualustan puristenesteen pH-arvoksi mitattiin 4,9. Kasvatuksen loppuvaiheessa 14.10. se puolestaan oli 6,6. Kasvatuksen alussa mitattiin myös vesijohtoveden pH, joka oli 5,6.

Grodan-mittarilla seurattiin kasvualustan kosteutta ja johtokykyä. Johtokyvyn osalta vaihtelut olivat suuria ja kosteuspitoisuuksien osalta melko suuria eri kasvatusastioiden välillä. Myös kasvualustan lämpötilat vaihtelivat kasvatuksen aikana suuresti. Vaihtelua esiintyi välillä 16,1-30,4 °C. Tarkat mittaustulokset on esitetty liitteessä 2.

#### **Tulosten tarkastelu**

Johtokyvyn ja kasvualustan kosteuden arvoja tarkasteltaessa havaittiin, että mitä korkeampi kosteuspitoisuus oli, sitä matalampi oli johtokyky. Lannoitus suoritettiin käsin kastelemalla, eikä lannoiteliuosta annosteltu täsmällisesti, mutta lannoitus pyrittiin kuitenkin suorittamaan jokaisella kerralla silmämääräisesti samanlaisilla määrillä. Kokeen aikana olisi ollut hyvä mitata kasteluveden johtokyky, jotta olisi voitu arvioida sen vaikutusta kasvualustan mittaustuloksiin.

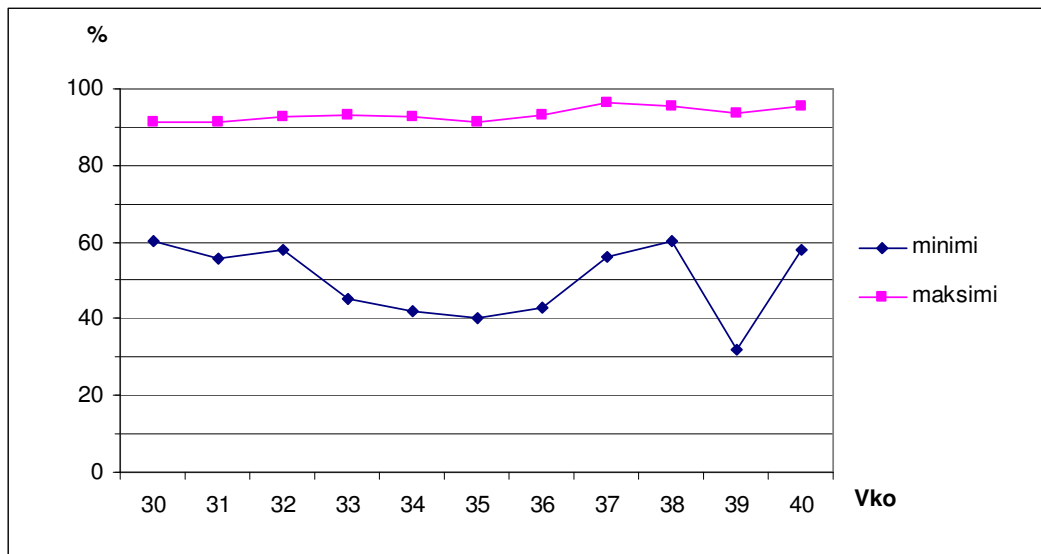
Kasvualustan pH-arvo nousi kasvatuksen aikana. Tähän luultavasti vaikuttivat lannoitus ja kasteluveden pH. Koska mittaus suoritettiin puristenesteestä, ei sitä voitu toteuttaa useita kertoja kasvatuksen aikana ja useista mittauspisteistä, vaan tyydyttiin mittaamaan arvo kokeen alussa ja lopussa yhdestä turvepaakusta. Kokeen alussa pH-arvo oli koivun siementen itämiselle sopiva ja pysyi hyvänä loppuun saakka.

Kasvualustan lämpötilat vaihtelivat paljon. Muutamilla mittauserroilla lämpötila oli yli 25 °C, jolloin sillä saattoi olla haitallista vaikutusta taimien kasvulle. Suurimmaksi osaksi lämpötila pysyi noin 20-25 °C:n välillä, mikä on luultavasti sopiva lämpötila. Kasvualustan lämpötilaan ei juuri pystytty vaikuttamaan, mutta kylmä kasteluvesi viilensi kasvualustaa ajoittain.

#### **9.1.5 Ilmankosteus**

Kasvatuhuoneen ilmankosteus vaihteli jonkin verran kasvatuksen aikana. Kosteus oli säädetty 80 %:iin, mutta käytännössä tämä harvoin piti paikkansa. Kasvatuksen aikana mitatut minimi-

ilmankosteudet vaihtelivat 27-79 %:n ja maksimi-ilmankosteudet 85-99 %:n välillä. Kahden eri mittarin tuloksissa oli jonkin verran eroja sijainneista johtuen. Viikoittaiset kasvatushuoneen mini- ja maksimi-ilmankosteuden keskiarvot on esitetty kuviossa 2. Tarkat mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.



KUVIO 2. Kasvatushuoneen ilmankosteuden vaihtelu

### Tulosten tarkastelu

Kasvatushuoneen sumutuslaitteistoa sääтели ilmastosäädin, jonka kosteusmittarin mukaisesti sumutus toimi. Ilmastosäätimen ilmoittama ilmankosteusprosentti poikkesi lähes aina kasvatuspöydän mittareiden arvoista. Tämä todennäköisesti aiheutti sen, että kasvatuspöydän tasolla ilmankosteus ei aina ollut optimaalinen. Pöydän mittareiden ilmankosteuteen vaikutti myös koivukasvusto, joka haihduttaessaan lisäsi ympäröivää ilmankosteutta. Kuumimpina päivinä ilmankosteus saattoi hetkellisesti laskea matalaksi, mutta tällä ei ollut vaikutusta taimien kasvuun ja hyvinvointiin.

Kokeen loppuvaiheessa laitteisto meni epäkuuntoon, jolloin ilmankosteus pääsi muutaman päivän ajaksi laskemaan liian alhaiseksi. Tämän seurauksena noin 1/3 taimista oli kuivunut pahasti, vaikka tippukastelu oli toiminut normaalisti. Suurinta osaa kuivuneista taimista ei saatu enää el-

pymään. Taimet olivat kokeen loppuvaiheessa erityisen arkoja sumutuksen häiriöille, koska niiden haihduttava lehtipinta-ala oli suuri.

Optimaalisella ilmankosteudella on suuri vaikutus kasvien hyvinvointiin ja terveyteen, ja tämä huomattiin myös kokeen aikana. Liian korkean kasvualustan- ja ilmankosteuden johdosta kasvualustan pinnassa esiintyi jonkin verran hometta. Liian alhainen ilmankosteus puolestaan kuihdutti kasvit jo parissa päivässä.

### **9.1.6 Kasvinsuojelutoimenpiteet**

Kokeen alkuvaiheessa havaittiin turpeen pinnalla liejukärpäsiä. Näiden ulosteet aiheuttivat mustia pisteitä koivuntaimien sirkkalehdille. Kasvustojen sekaan asetettiin kaksi keltaista liima-ansaa, joiden avulla tuholaisten esiintymistä tarkkailtiin kasvatushuoneessa. Yllätys olikin, että ansat olivat muutamien päivien kuluttua täynnä harsosääskiä, eikä niinkään liejukärpäsiä. Harvennuksen yhteydessä huomattiin myös turpeessa runsaasti harsosääsken valkoisia, mustapäisiä toukkia. Loppusyksyllä kasvustossa havaittiin myös kirvoja, mutta niitä ei alettu torjua, koska kasvatuskoe oli jo loppusuoralla.

Pientä kasvatuskoetta varten ei haluttu eikä olisi ollut tarkoituksenmukaista hankkia biologisia hyötyeliöitä eikä kemiallisia tuholaistentorjunta-aineita, joten luonnonmukaista mäntysuopaliuosta päätettiin kokeilla. Tuholaiset eivät olleet niin haitallisia koivujen kasvulle, että senkään puolesta olisi kannattanut käyttää kemiallista torjuntaa, joka olisi voinut aiheuttaa aineesta riippuen jopa vioituksia koivujen taimille. Mäntysuopakasteluita 2,5 %:n liuosväkevyydellä suoritettiin kasvatuskokeen aikana kolme kertaa viikon välein. Jo toisen kastelukerran jälkeen huomattiin tuholaisten selvästi vähentyneen kasvustosta. Kasvatushuoneeseen tuotiin useita kärpäspapereita, jotka osaltaan auttoivat hieman vähentämään aikuisia tuholaisia.

Kasvatushuoneen olosuhteet olivat otolliset liejukärpästen lisääntymiselle. Vuotava hana ja pöydältä lattialle valuva ylimääräinen vesi muodostivat leväkasvustoja lattialle. Myös kennostojen pinnalla kasvoi kokeen alkuvaiheessa hieman levää runsaan kosteuden aiheuttamana. Turpeen leväongelmat loppuivat, kun taimet alkoivat kasvaa enemmän. Huoneen lattia siivottiin kerran kasvatuksen aikana, mikä luultavasti vähensi hieman tuholaisten esiintymistä.

### **9.1.7 Kasvikohtainen seuranta**

Seurannan alkuvaiheessa lehtien väri oli pääsääntöisesti normaali. Kasvustossa esiintyi jonkin verran vaaleita vioituksia. Myös liejukärpästen ulosteita oli näkyvissä lehdillä mustina pisteinä. Alalehtien kellastuminen alkoi 10.9. Kellastumista tapahtui etenkin keskellä kasvavissa taimissa.

Hieskoivun taimien lehdet olivat hieman pehmeämmät kuin rauduskoivulla. Merkittäviä ulkoisia eroja ei havaittu. Lehdet olivat myös huomattavasti suurempia ja pehmeämpiä kuin luonnossa kasvavilla vanhemmilla koivuilla. Lehdet pysyivät hyvin kiinni versossa, mutta ne olivat erittäin herkkiä mekaanisille vioituksille. Lehtien lukumäärä laskettiin jokaisella seurantakerralla (liite 3).

#### **Tulosten tarkastelu**

Alkuvaiheessa lehdissä havaitut vaaleat vioitukset olivat todennäköisesti lannoitteen aiheuttamia, koska lannoitevettä oli kastelun yhteydessä roiskunut lehdille. Lehtien kellastuminen johtui luultavasti siitä, että kasvuston keskellä olevat taimet saivat vähemmän valoa ympäröivien kasvien varjostaessa niitä. Kokeen loppupuolella kellastuminen lisääntyi, mikä saattoi johtua edelleen kasvavasta varjostuksesta. Myös sulakevian aiheuttama valojen satunnainen toimimattomuus heikensi taimien valo-olosuhteita.

Lehtien lukumäärässä ei ollut havaittavissa eroja eri lajien välillä, vaan ne olivat kaiken kaikkiaan tasaiset. Eri kasvatusastioiden välillä ei ollut suuria eroja. Lehtimäärien keskiarvoihin vaikuttivat jonkin verran seurannan aikana kuolleet kasvit, jotka eivät olleet mukana lopullisen lehtimäärän laskemisessa.

Koivuntaimet kasvoivat kaiken kaikkiaan tasaisesti ja nopeasti. Suuria eroja ei hies- ja rauduskoivun kasvussa havaittu. Kasvusto oli pääsääntöisesti kokeen aikana terve, eikä haitallisia tuholaisia tai tauteja esiintynyt. Vasta kokeen päätyttyä kasvustoon alkoi ilmaantua esimerkiksi kirvoja ja taimet alkoivat ränsistyä. Näitä ei kuitenkaan tuloksissa huomioitu, koska varsinainen kasvatuskoe oli jo lopetettu.

#### **Pituuskasvun kehitys**

Koivuntaimien pituuskasvun seuranta aloitettiin 26.8. Tällöin mitattavat taimet olivat pituudeltaan 3,5-9,4 cm. Kolmestakymmenestä seurattavasta taimesta kuusi kuoli ennen seurannan loppumista. Seurantaa jatkettiin 30.9. saakka, jolloin taimet olivat pääsääntöisesti saavuttaneet tavoitepi-

tuuden. Viimeisellä mittauskerralla taimien pituuden vaihtelivat välillä 32,7-64,9 cm. Tarkat mittaukset on esitetty liitteessä 3.

Tulosten perusteella näyttäisi, että taimet kasvoivat melko tasaisesti koko seurantajakson ajan. Raudus- ja hieskoivujen pituuskasvujen välillä ei silmämääräisesti arvioiden havaittu merkittäviä eroja.

### **Nivelvälien kasvu**

Ensimmäisellä mittauskerralla taimilla oli 3-6 nivelväliä. Viimeisellä mittauskerralla taimilla oli 11-25 nivelväliä. Alussa nivelvälit kasvoivat nopeasti, mutta kasvuvauhti tasoittui kahden ensimmäisen viikon jälkeen. Lajikohtaisia eroja nivelvälien pituuksilla ja kasvunopeudella ei tulosten perusteella näyttäisi olevan.

## **9.2 Varastointikokeen tulokset**

Varastointikokeen aikana lämpötila jätessä vaihteli välillä 11,2 -13,5 °C ja ilmankosteus pysyi koko ajan 99 %:ssa. Neljän päivän kuluttua, 11.10., kokeen aloittamisesta turve oli yhä kostea ja kosteutta oli tiivistynyt myös lehdille. Kasveissa oli jonkin verran tapahtunut nuutumista, mutta muita näkyviä muutoksia ei ollut havaittavissa. Viikon kuluttua, 14.10., kasvualusta oli edelleen kostea ja kasvit edelleen nuutuneita.

Viikon varastoinnin jälkeen taimet nostettiin takaisin kasvatushuoneeseen entisiin olosuhteisiin. Viikon kuluttua, 21.10., kasvien nestejäännitys oli palautunut, mutta lehdet olivat kellastuneet runsaasti etenkin taimien alaosasta.

### **Tulosten tarkastelu**

Jo neljän päivän varastoinnin jälkeen lehdet olivat nuutuneet, mutta tilanne ei pahentunut kolmen päivän lisävarastointiajalla. Vaikka kasveja ei kasteltu kokeen aikana, ne pysyivät hyvin kosteina, mihin vaikutti suljetun jätessäkin aiheuttama suuri ilmankosteus. Ilmankosteus pysyi koko ajan maksimissa, vaikka säkkeihin oli tehty ilmareikiä. Koivuntaimille ei suositella umpinaisissa pakkausissa varastointia yhtä päivää pidempään, koska valon puute ja homeaudit heikentävät taimien laatua nopeasti. Nuutumisen aiheutti siis melko varmasti valon puute, koska koivun tulisi kestää varastoinnin aikana huoneessa ollutta lämpötilaa.

Kokeen perusteella varastointitapa ja -aika olivat koivuntaimille epäsuotuisat, sillä vaikka nestejännitys kokeen jälkeen palautuikin, niin lehdet kellastuivat selvästi. Kokeen kannalta olisi voinut olla mielekästä testata myös erikseen valon ja lämpötilan vaikutusta tekemällä toinen koe kasvatushuoneessa pimennetyksi ja toinen viileässä ja valoisassa. Näin olisi saatu lisätietoa olosuhteiden vaikutuksesta varastoitavien taimien hyvinvointiin.

### **9.3 Itävyysmäärityksen tulokset**

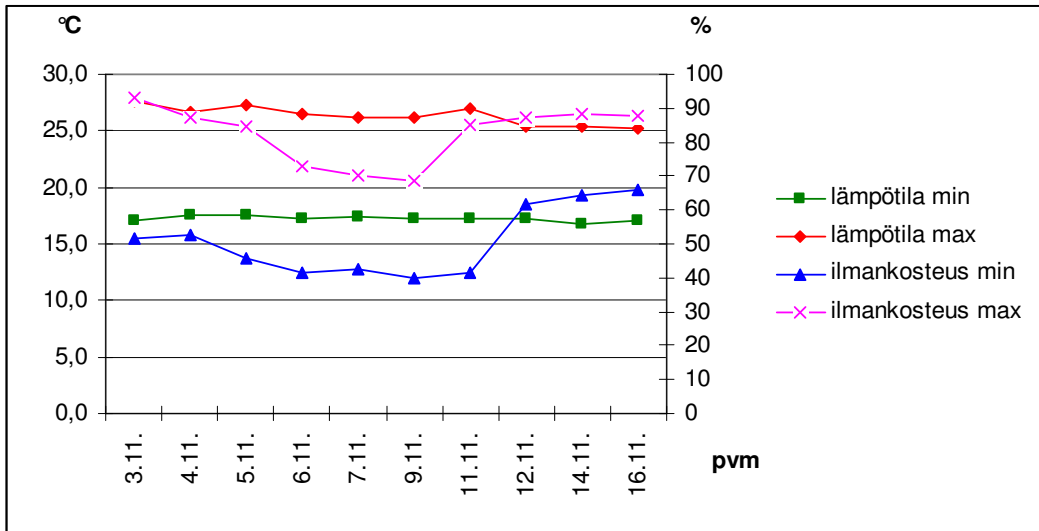
Itämistulosten lisäksi luvussa esitetään itävyysmäärityksen aikana mitatut lämpötila- ja ilmankosteusmittaukset. Olosuhteet pyrittiin saamaan mahdollisimman samankaltaisiksi kuin aiemmassa kokeessa, mutta vuodenajasta johtuen täysin samanlaisia olosuhteita ei ollut mahdollista saada.

#### **9.3.1 Olosuhteet**

Kaksi viikkoa kestäneen itävyyskokeen aikana lämpötilan ja ilmankosteuden arvot kirjattiin 11 kertaa. Minimilämpötilat vaihtelivat välillä 16,7-17,6 °C ja maksimilämpötilat välillä 23,7-28,3 °C. Ilmankosteuden minimiarvot vaihtelivat välillä 38-73 % ja maksimiarvot välillä 68-94 %.

Kahden mittarin mukaiset minimi- ja maksimiarvojen keskiarvot on esitetty kuviossa 3. Samassa kuviossa on esitetty niin lämpötilan kuin ilmankosteudenkin arvot. Tarkat mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.





KUVIO 3. Lämpötilan ja ilman kosteuden vaihtelu kasvatushuoneessa

### Tulosten tarkastelu

Lämpötilojen vaihtelu oli ennustettavissa tällä kahden viikon jaksolla. Eri mittareiden välillä oli eroa lähinnä mittaushetken lämpötiloissa ja maksimiarvoissa. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että päivisin lamput aiheuttivat suurempia lämpötilaeroja eri puolelle kasvatuspöytää, kun taas öisin valojen ollessa pois päältä olosuhteet olivat samanlaiset. Yölämpötilat eivät pysyneet läheskään asetetussa 25 °C:ssa, mikä osaksi selittyy lamppujen palamattomuudella. Toisaalta ei ole tiedossa, miksi kasvihuoneen lämmitysjärjestelmä ei lämmittänyt huonetta riittävästi öisin. Päivisin lämpötila pysyi melko lähellä tavoitearvoa.

Ilman kosteus kasvatushuoneessa aiheutti jälleen ongelmia, sillä ensimmäisten päivien jälkeen sumutuslaitteisto oli mennyt epäkuuntoon, mikä näkyy kuviossa 3 selvänä notkahduksena. Se korjattiin 10.11., jonka jälkeen ilman kosteus pysyi melko hyvin tavoitearvossa.

### 9.3.2 Itävyys

Ensimmäiset koivun siemenet olivat itäneet 7.11. eli viiden päivän kuluttua kylvöstä. Laskennat suoritettiin kuten edellisessäkin kokeessa, eli ensimmäisen viikon jälkeen laskettiin itäneet siemenet ja määritettiin itämistarmo. Toisen viikon jälkeen laskettiin itäneet siemenet uudestaan ja määritettiin lopullinen itävyysprosentti. Nämä arvot on esitetty taulukoissa 4 ja 5, joissa ne on

eritelty kasvatusastioittain. Taulukoissa on lisäksi esitetty vertailun vuoksi edellisen kokeen kokonaistulokset sekä siemenkeskuksen antamat arvot itävyydestä.

TAULUKKO 4. Rauduskoivun itävyys

RAUDUSKOIVU	itäneet / kylvetyt	itämistarmo %	itäneet / kylvetyt	itävyys %
A	13/30	43	17/30	57
B	37/98	38	46/98	47
C	7/30	23	12/30	40
D	65/150	43	93/150	62
E	10/30	33	12/30	40
F	39/150	26	72/150	48
<b>KOKONAISTULOS</b>	<b>171/488</b>	<b>35</b>	<b>252/488</b>	<b>52</b>
<i>edellisen kokeen tulos</i>	<i>191/488</i>	<i>39</i>	<i>284/488</i>	<i>58</i>
<i>siemenkeskuksen antama arvo</i>		<i>55</i>		<i>59</i>

TAULUKKO 5. Hieskoivun itävyys

HIESKOIVU	itäneet / kylvetyt	itämistarmo %	itäneet / kylvetyt	itävyys %
A	41/225	18	140/225	62
B	58/147	39	99/147	67
C	95/225	42	179/225	80
D	37/45	82	39/45	87
E	26/45	58	31/45	69
F	30/45	67	38/45	84
<b>KOKONAISTULOS</b>	<b>287/732</b>	<b>39</b>	<b>526/732</b>	<b>72</b>
<i>edellisen kokeen tulos</i>	<i>331/732</i>	<i>45</i>	<i>529/732</i>	<i>72</i>
<i>siemenkeskuksen antama arvo</i>		<i>34</i>		<i>36</i>

Myös syksyn kokeen tulosten perusteella hies- ja rauduskoivun itävyydessä näyttäisi olevan eroa hieskoivun eduksi. Itävyydsprosentit analysoitiin jälleen Mannin-Whitneyn U-testin avulla, jonka perusteella hies- ja rauduskoivun itävyydsprosentteilla on myös tilastollisesti merkitsevä ero (p-arvo 0,002).

### **Tulosten tarkastelu**

Siemenet itivät myös syksyn kokeessa hyvin. Kokonaistuloksissa rauduskoivun itävyys jäi hieman aiempaa koetta heikommaksi ja etenkin itämistarmo oli selvästi siemenkeskuksen antamaa arvoa alhaisempi. Hieskoivun itämistarmo oli myös jonkin verran edellistä koetta alhaisempi, mutta siltikin siemenkeskuksen arvoa suurempi. Itävyydsprosentti ylsi samoihin lukemiin edellisen kokeen kanssa, ollen siis kaksi kertaa luvattua parempi. Tuloksista saattoi päätellä, että vuodenajalla ei ole vaikutusta koivun siemenen itävyyteen, kunhan valoa ja lämpöä on riittävästi.

Syksyn kokeessa yön pituus oli säädetty kuuteen tuntiin, kuten aiemmassakin kokeessa. Tämä olisi kuitenkin voinut olla lyhyempi, sillä päivänpituudella on suuri vaikutus koivun kasvuun. Päivänpituus olisi voinut olla jopa 24 tuntia ja kokeessa käytetty 18 tuntia on ehdoton minimi. Toisaalta koivun siementen itämisen riippuvuus valon määrästä vähenee, kun lämpötila kohoaa yli 20 °C:n. Säädettyistä arvoista huolimatta kasvatushuoneen lämpötila ei kuitenkaan pysynyt jatkuvasti yli kyseisen lämpötilan, jolloin valaistuksen merkitys todennäköisesti kasvoi.

Myös syksyn kokeessa käytettiin kosteutta ylläpitäviä muovikalvoja kasvatusastioiden päällä, mikä varmasti pelasti kokeen onnistumisen. Ilman kalvoja turve olisi sumutuslaitteiston vian vuoksi todennäköisesti kuivunut pahasti ja itäminen olisi mahdollisesti estynyt kokonaan. Kalvot saattoivat osaltaan kuitenkin vaikuttaa heikentävästi joidenkin astioiden itävyytuloksiin, sillä alkuvaiheessa osa siemenistä oli tarttunut kalvoon, eikä näin ollen päässyt itämään. Siemenet pyrittiin siirtämään takaisin turpeen pinnalle, mutta parhaiten ongelmalta olisi välttytty, jos astioita ei alun perin olisi täytetty ihan täyteen.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Koivun ympärivuotinen taimikasvatus kasvihuoneessa näyttäisi opinnäytetyön tulosten perusteella olevan mahdollista, sillä siemenet saatiin itämään myös syksyllä keinovalon avulla. Teoriatietoa etsiessä ei myöskään löytynyt lähdettä, jonka mukaan kasvatus talviaikana ei olisi mahdollista.

Kokeessa vertailtiin hies- ja rauduskoivun kasvua ja soveltuvuutta työn tilaajien käyttötarkoitukseen. Tulosten perusteella selkeitä eroja ei näyttäisi olevan, vaan molemmat lajit ovat käyttökelpoisia. Ulkoisia eroja taimilla ei silmämääräisesti arvioiden ollut, mutta hieskoivun lehdet olivat hieman pehmeämmät kuin rauduskoivulla. Lehtien koossa tai värissä ei havaittu eroja lajien välillä, mutta luonnossa kasvaneiden vanhempien puiden lehtiin verrattuna ne olivat huomattavasti suuremmat, pehmeämmät ja herkemmat vioituksille.

Teoriatietoa löydettiin muun muassa siitä, että koivuntaimet oli saatu optimaalisissa oloissa kasvamaan kymmenessä viikossa jopa metrin mittaisiksi. Tällaiseen kasvunopeuteen opinnäytetyön kokeessa ei päästy, mutta kaikki olosuhteet eivät optimaalisia olleetkaan. Saavutettu kasvunopeus oli kuitenkin lupaava siihen nähden, että olosuhteet vaihtelivat, eivätkä ne läheskään aina pysyneet asetetuissa arvoissa. Kokeiden perusteella näyttäisi, etteivät koivuntaimet ole liian herkkiä pienille olosuhteiden muutoksille, vaan kasvavat niistä huolimatta melko hyvin. Ammattimaisessa tuotannossa olosuhteet pystyttäisiin kuitenkin paremmin optimoimaan ja muutoksiin pystyttäisiin vaikuttamaan huomattavasti paremmin. Tällöin kasvatus voisi olla hyvinkin tehokasta ja turhalta hävikiltä välttyttäisiin.

Kasvatuskokeessa käytetty tippukastelumenetelmä ei ollut toimivin vaihtoehto usealle eri kasvatustyyppille. Tavanomainen vuoksi-luode-altakastelumenetelmä voisi siis olla tämän tyyppiin kasvatukseen soveltuva kastelumenetelmä.

Opinnäytetyön kasvatuskokeessa taimikasvatusvaiheen lämpötilat olisivat voineet olla hieman alhaisemmat. Esimerkiksi päivälämpötila voisi olla pari astetta käytettyä matalampi, jolloin voitaisiin säästää energiakustannuksissa. Koivuntaimet kasvavat melko alhaisissakin lämpötiloissa, mutta erityisen nopean kasvun lämpötilaoptimit ovat suhteellisen korkeat. Lämpötilojen vaikutusta kasvunopeuteen ja sen myötä tuotantoaikaan sekä -kustannuksiin voitaisiin tutkia tarkemmin. Valaistuksella on myös kasvihuoneen energiakustannuksiin suuri vaikutus. Koivuntaimien vilje-

lyyn suositellaan pitkän päivän olosuhteita, jolloin valotusta etenkin talviaikaan joudutaan käyttämään lähes jatkuvasti. Olisi hyvä ottaa selvää häirintävalon käyttömahdollisuuksista ja valojaksojen sopivista pituuksista koivun viljelyssä, jolloin ainakin osa viljelystä voitaisiin mahdollisesti suorittaa lyhyen päivän olosuhteissa.

## 11 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli teoriatietoa hankkimalla sekä kasvatus- ja itävyysskokeiden suorittamisella saada tietoa siitä, onnistuuko koivun taimikasvatus kasvihuoneessa ympärivuotisesti ja onko hies- ja rauduskoivun kasvun välillä suuria eroja.

Työn tavoitteet toteutuivat pääsääntöisesti hyvin. Kokeet onnistuivat, tarvittavat tulokset saatiin ja ne olivat käyttökelpoisia. Poikkeuksen tekivät italialaisen rauduskoivun siemenet, jotka eivät koken aikana itäneet lainkaan. Tästä syystä alkuperän vaikutuksen vertailu jäi teoriatiedon varaan.

Syksyn itävyysskoikeessa koivun siemenet itivät lähes yhtä hyvin kuin kesän kokeessa. Pienet erot eri kokeiden itävyyssprosentteissa johtuivat luultavasti pienistä olosuhde-eroista. Sekä tulosten että kerätyn teoriatiedon perusteella koivun ympärivuotinen kasvatus näyttäisi olevan mahdollista, mikäli olosuhteet saadaan säädettyä sopiviksi. Tärkeimmät tekijät ovat valaistus ja lämpötila. Toisaalta loppusyksyn kokeessa siemenet vain idätettiin, eikä niiden kasvua seurattu pidemmälle. Olisi siis hyvä kasvatuskokein varmistaa, että taimien kasvu onnistuu myös talviaikaan.

Eri koivulajien kasvutavan ja -nopeuden välillä ei näyttäisi tulosten perusteella olevan suuria eroja. Enemmän näyttäisi olevan merkitystä kasvatusastialla. Opinnäytetyön itävyyismääritysten tulosten perusteella hieskoivu osoittautui varmemmin itäväksi, joten tämän perusteella sitä voitaisiin suositella käytettäväksi. Toisaalta siemenkeskuksen antamat itävyyssprosentit olivat ristiriidassa tulosten kanssa. Rauduskoivu itäi myös hieman paremmin kuin oli odotettavissa, mutta hieskoivulla tämä ero oli huomattava.

Opinnäytetyön itävyyismäärittelyssä kylvettiin siemeniä sen perusteella, mitä siemenkeskus oli antanut niiden itävyyssprosentteiksi. Tällä haluttiin varmistaa se, että itäneitä taimia saadaan tarvittava määrä. Näin ollen rauduskoivun siemeniä käytettiin vähemmän kuin hieskoivun siemeniä. Molempien lajien siemenmäärät kuitenkin ylittivät suositellun 400 kappaleen minimimäärän. Vaikka siemeniä ei käytetty samoja määriä, oli prosentiosuuksien vertailu kuitenkin mahdollista.

Koivun kasvihuoneviljelyssä siemenlisäys on todennäköisesti käyttökelpoisen ja edullisen vaihtoehto. Kotimaista siementä on myös helposti saatavana. Mikäli tulevaisuudessa haluttaisiin kokeilla esimerkiksi punalehtisen koivun tai muiden erikoismuotojen viljelyä, olisi niiden viljelyssä käytet-

tävä mikro- tai pistokaslisäystä, koska siemenlisäyksessä halutun ominaisuuden periytymistä ei kaikille taimille voida taata. Esimerkiksi mikrolisäys on kuitenkin hankala saada kannattavaksi tuotantotavaksi monimutkaisen ja kalliin prosessinsa vuoksi. Erikoismuotojen kasvatusta voi siis osoittautua haasteelliseksi ja siihen liittyviä toteutus- ja kustannuskysymyksiä olisi hyvä tarkastella etukäteen.

### **Oman työn arviointi**

Opinnäytetyön suoritus onnistui hyvin. Työ aloitettiin helmikuussa 2010 teorianäytettyyn perehtymällä, ja työ valmistui tammikuussa 2011. Teorianäytettyä löytyi vaihtelevasti, joistakin aiheista runsaasti ja toisista ei lainkaan. Lopulta opinnäytettyöhön saatiin koottua kattava teoriaosuus. Myös kasvatuskoe onnistui kaiken kaikkiaan hyvin, vaikka ongelmiakin kokeen aikana kohdattiin. Pieniä puutteita opinnäytetyössä ja kokeiden suunnittelussa huomattiin jälkikäteen. Esimerkiksi kokeita suunniteltaessa olisi toteutusta pitänyt miettiä tarkemmin, jotta viivästyksiltä ja vaikeuksilta olisi vältytty. Esimerkiksi kasvikohtaisen seurannan toteutusta ei mietitty etukäteen loppuun saakka, jolloin parin mittauskerran jälkeen todettiin sen hetkisen mittaustavan olevan hankalasti toteutettavissa jatkossa ja sitä jouduttiin vaihtamaan kesken seurantajakson. Kokeesta olisi voitu myös laatia ennakkoon tarkka aikataulu, josta kävisi ilmi kokeen aikana tehtävät toimenpiteet ja tarvittavat välineet. Olosuhteiden seurantaan olisi voinut lisätä mittaushetkellä vallitsevan sään kirjaamisen, jotta olisi voitu arvioida sen vaikutusta tuloksiin.

Opinnäytetyön toteutusta varten laadittiin karkea aikataulu, joka ei kuitenkaan täysin toteutunut. Esimerkiksi teoriaosuus ei kokonaisuudessaan valmistunut aikataulussa, vaan mahdollisia puutteita täydennettiin koko prosessin ajan. Kasvatuskoe ei päästy aloittamaan suunniteltuna aikana tekijöistä riippumattomista syistä. Tällä ei kuitenkaan ollut suurta vaikutusta työn suorittamiseen ja lopputuloksiin. Kasvatuskoe myös lopetettiin hieman suunniteltua aiemmin, sillä tilaajien kanssa käydyn keskustelun pohjalta kasvatuskoe lopetettiin, vaikka kaikki mitattavat taimet eivät olleetkaan saavuttaneet tavoitepituutta. Koetta olisi kuitenkin ollut hyvä jatkaa vielä siihen saakka, kunnes kaikki seurattavat taimet olisivat ylittäneet tavoitepituuteen. Kokonaisuudessaan opinnäytetyöstä saatiin kuitenkin tarvittavat tulokset ja työ valmistui suunnitellun aikataulun mukaisesti.

Opinnäytetyön aihe tarjosi sen tekijöille mahdollisuuden opiskella kokonaan uusia aihealueita sekä syventää jo aiemmin opittuja asioita. Kasvien viljelyyn ja kasvihuonetuotantoon kuuluvat seikat liittyvät läheisesti puutarhatalouden opintoihin, mutta koivun viljely oli täysin uusi aihealue. Koivun viljely liittyy myös puutarha-alaan koristekasvituotannon muodossa, joten aihe oli toimiva

valinta puutarhatalouden opinnäytetyöksi. Työn toteuttamiselle oli toimeksiantaja, eikä vastaavaa aihetta ole juuri aiemmin tutkittu, mitkä seikat tekevät työstä ajankohtaisen. Työ oli erityisen mielekäs toteuttaa, koska teorian tietoa päästiin soveltamaan käytäntöön kasvatuskokeen muodossa. Käytännön työ myös edisti oppimista. Kokonaisuudessaan opinnäytetyöprosessi oli hyvin onnistunut.



## LÄHTEET

### Painetut lähteet

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. Jr. & Geneve, R. L. 2002. Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices. New Jersey: Prentice-Hall. 764.

Heräjärvi, H. 2008 Koivupuutavaran käyttö. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 205.

Hohtola, A. 2009. Kasvien solukkoiljely. Harjoitustyömoniste. Oulun yliopisto. Biologian laitos/kasvitiede.

Hämet-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P. & Tigerstedt, P. M. A. 1992. Suomen puu- ja pensaskasvio. Helsinki: Dendrologian Seura.

Kannianen, T. 2003. Kasvualustat ja kasteluvesi. Teoksessa T. Koivunen (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 138-139.

Karjalainen, L. 2004. Tilastomatematiikka. Mikkeli: Pii-kirjat.

Kasanen, R. 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Metsäkustannus Oy.

Koivunen, T. 2003. Kasvunohjaus ja -sääntö. Teoksessa T. Koivunen (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 158-159.

Kytö, M. 2008. Kirvat. Teoksessa M. Poteri (toim.) Taimituho-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 78-79.

Lilja, A. 2008. Levälaikku. Teoksessa M. Poteri (toim.) Taimituho-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 89-90.

Lilja, A. & Petäistö, R.-L. 2008. Harmaahome. Teoksessa M. Poteri (toim.) Taimituho-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 32.

Luoranen, J., Rikala, R. & Smolander, H. 1998. Koivun paakkutaimien kesäistutus. Teoksessa Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 969. Vantaa/Suonenjoki: Suonenjoen kirjapaino / Suonenjoen tutkimusasema. 58-61

MacDonald, B. 2006. Practical woody plant propagation for nursery growers. Oregon: Timber Press, Inc.

McDonald, M. B. & Copeland, L. 1997. Seed production – principles and practices. New York: Chapman & Hall.

Neuvonen, S. 2008. Tunturikoivu. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatus ja käyttö. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 26.

Nieminen, K. & Tavaila, J. 1987. Metsäpuiden taimien kasvatus. Helsinki: Kirjayhtymä

Niemistö, P. 2008. Koivikon kasvatus. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatus ja käyttö. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 96-98.

Nygren, M. 2003. Metsäpuiden siemenopas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 882. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Nygren, M. & Leinonen, K. 1992. Pääpuulajiemme laboratorio- ja kenttäitävyydestä. Teoksessa Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.) Siemenpäivät Siilinjärvellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426. Suonenjoki: Suonenjoen tutkimusasema. 60-66.

Nyström, C. 1994. Odlingsteknik för täckrotsplantor av björk. Stencil nr 90. Garpenberg: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion.

Pankakoski, A. 2003. Puutarhurin kasvioppi. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Perälä, M., Rikala, R. & Luoranen, J. 1999. Koivun lehdellisten paakkutaimien rasituskestävyys. Teoksessa Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755. Vantaa/Suonenjoki: Suonenjoen kirjapaino / Suonenjoen tutkimusasema. 84, 88-89.

Poteri, M. 2008. Ripsiäiset. & Kehräjäpunkit. Teoksessa M. Poteri (toim.) Taimituho-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 81, 88.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1999. Biometria - tilastotiedettä ekologeille. Helsinki: Yliopistopaino.

Raulo, J. 1981. Koivukirja. Jyväskylä: Gummerus.

Rikala, R. 2002. Metsätaimiopas - taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 881. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Rikala, R. 2008. Taimihuolto. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 68-70.

Taulavuori, T. & Murman, T. Tekovalon käyttö kasvihuoneissa. Teoksessa T. Koivunen (toim.) Tehokkaasti kasvihuoneesta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 185.

Viherä-Aarnio, A. 2008. Koivun biologiset ja metsänhoidolliset ominaisuudet. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 20-29.

Viherä-Aarnio, A. 2008. Koivun siemenen itäminen. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 34.

Viherä-Aarnio, A. & Niemistö, P. 2008. Koivun kasvutapa ja kasvurytmi. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 36-40.

Viherä-Aarnio, A. & Velling, P. 2008. Siemen- ja taimihuolto. Teoksessa Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. & Verkasalo, E. (toim.) Koivun kasvatusta ja käyttöä. Hämeenlinna: Metsäkustannus Oy, 55-56.

### **Digitaaliset lähteet**

Ahola, V. & Leinonen, K. 1999. Valo-olosuhteet vaikuttavat itämistulokseen: siemenet näkevät punaista. Hakupäivä 15.4.2010, <http://www.metla.fi/taimiuutiset/1999/taimi-2-1999.pdf>.

Biotus Oy. 2010a. Lehtikirvat. Hakupäivä 31.5.2010, <http://www.biotus.fi/DowebEasyCMS/?Page=Kirvat>.

Biotus Oy. 2010b. Ripsiäiset. Hakupäivä 31.5.2010, <http://www.biotus.fi/DowebEasyCMS/?Page=Ripsiaiset>.

Huopalainen, M. 2006. HIESKOIVU (*Betula pubescens*). Hakupäivä 31.5.2010, <http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/arboretum/hieskoivu/index.htm>.

Häggman, H., Sutela, S. & Welander, M. 2007. Micropropagation of *Betula pendula* Roth including genetically modified material. Teoksessa Mohan Jain, S. & Häggman, H. (toim.) Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Hakupäivä 15.4.2010, [http://www.google.com/books?hl=fi&lr=&id=ZwhWViy0sCUC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Protocols+for+Micropropagation+of+Woody+Trees+and+Fruits&ots=KF6oYLYyi4&sig=YwcSbXr0e7YpnnICGQySMTc\\_HrU#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/books?hl=fi&lr=&id=ZwhWViy0sCUC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Protocols+for+Micropropagation+of+Woody+Trees+and+Fruits&ots=KF6oYLYyi4&sig=YwcSbXr0e7YpnnICGQySMTc_HrU#v=onepage&q&f=false).

Junttila, O. & Nilsen, J. 1993. Growth and development of Northern forest trees as affected by temperature and light. Hakupäivä 19.11.2010, [http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3cT2OyRTbvYC&oi=fnd&pg=PA43&dq=Effects+of+light+quality,+light+intensity,+and+night+temperature+on+growth+and+development+of+three+latitudinal+populations+of+Betula+pubescens.&ots=LLcXftVz5L&sig=1\\_kKLvvAP3KgWz5U741wQMRouf0#v=onepage&q=Effects%20of%20light%20quality%2C%20light%20intensity%2C%20and%20night%20temperature%20on%20growth%20and%20development%20of%20three%20latitudinal%20populations%20of%20Betula%20pubescens.&f=false](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=3cT2OyRTbvYC&oi=fnd&pg=PA43&dq=Effects+of+light+quality,+light+intensity,+and+night+temperature+on+growth+and+development+of+three+latitudinal+populations+of+Betula+pubescens.&ots=LLcXftVz5L&sig=1_kKLvvAP3KgWz5U741wQMRouf0#v=onepage&q=Effects%20of%20light%20quality%2C%20light%20intensity%2C%20and%20night%20temperature%20on%20growth%20and%20development%20of%20three%20latitudinal%20populations%20of%20Betula%20pubescens.&f=false).

Kankaanhuhta, V. 2005. Tunturimittari (Epirrita autumnata). Hakupäivä 31.5.2010, [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/epautu-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/epautu-n.htm).

Karrfalt, R. P. Betula L. Hakupäivä 29.4.2010, <http://www.rngr.net/publications/wpsm/genera/b/?searchterm=betula%20pendula>.

Li, C., Welling, A., Puhakainen, T., Viherä-Aarnio, A., Ernsten, A., Junttila, O., Heino, P. & Palva, E. T. 2005. Differential responses of silver birch (*Betula pendula*) ecotypes to short-day photoperiod and low temperature. Hakupäivä 21.7.2010, <http://treephys.oxfordjournals.org/cgi/reprint/25/12/1563>.

Mäkitalo, T., myyntipäällikkö, Kekkilä Oy. Re: Koivuntaimien lannoitus. Sähköpostiviesti I7lehe00@students.oamk.fi 11.6.2010.

Partanen, J. 2004. Dependence of photoperiodic response of growth cessation on the stage of development in *Picea abies* and *Betula pendula* seedlings. Hakupäivä 11.4.2010. [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIimg&\\_imagekey=B6T6X-49RCGWT-4-N&\\_cdi=5042&\\_user=965304&\\_pii=S0378112703003955&\\_origin=search&\\_coverDate=02%2F05%2F2004&\\_sk=998119998&view=c&wchp=dGLzVtz-zSkzS&md5=2d090cc25036e943bedbd30cda10e284&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6T6X-49RCGWT-4-N&_cdi=5042&_user=965304&_pii=S0378112703003955&_origin=search&_coverDate=02%2F05%2F2004&_sk=998119998&view=c&wchp=dGLzVtz-zSkzS&md5=2d090cc25036e943bedbd30cda10e284&ie=/sdarticle.pdf).

Poteri, M. 1999. Lehdelliset koivun pikkupaakat kestivät varastointia ja kuljetusta. Taimi-utiset 2 (1), 20. Hakupäivä 21.7.2010, <http://www.metla.fi/taimiuutiset/1999/taimi-1-1999.pdf>.

Rikala, R., erikoistutkija, Metla. Fwd: [Fwd: koivun taimikasvatus]. Sähköpostiviesti I7toni00@students.oamk.fi 12.11.2010.

RNGR. 1992. The container tree nursery manual. Volume three. Atmospheric environment. Chapter 1: Temperature. Hakupäivä 15.4.2010, [http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-3/vol\\_3\\_chapter\\_1.pdf/at\\_download/file](http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-3/vol_3_chapter_1.pdf/at_download/file).

Viherä-Aarnio, A., Häkkinen, R., Partanen, J., Luomajoki, A. & Koski, V. 2005. Siemenalkuperä ja kylvöajankohta vaikuttavat rauduskoivun taimien pituuskasvun päättymiseen. Taimi-utiset 8 (3), 5. Hakupäivä 29.9.2010, <http://www.metla.fi/taimiuutiset/2005/taimi-3-2005.pdf>.

Vänninen, I. 2005. Koristekasvien sääsket ja kärpäset. Hakupäivä 29.9.2010, [http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/kauppapuutarhaliitto/kplyr.nsf/532d131a1644d842c2256c08003342c4/d4e291f3a13ff8c7c22575e10028fe99/\\$FILE/SaasketKarpaset.pdf](http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/kauppapuutarhaliitto/kplyr.nsf/532d131a1644d842c2256c08003342c4/d4e291f3a13ff8c7c22575e10028fe99/$FILE/SaasketKarpaset.pdf).

## LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS KASVATUSKOKEEN AIKANA

TAULUKKO 1. Viikoittaiset, keskimääräiset lämpötilan ja ilmankosteuden minimi- ja maksimiarvot sekä niiden keskihajonnat

vko	mittari	lämpötila				ilmankosteus			
		min	keski-hajonta	max	keski-hajonta	min	keski-hajonta	max	keski-hajonta
30	1	20,9	1,58	32,7	3,05	55	6,74	91	1,63
	2	21,2	1,63	30,3	3,08	66	7,20	92	4,07
31	1	19,5	0,79	31,5	2,12	46	10,28	91	1,15
	2	19,6	1,12	29,4	1,09	66	6,60	92	1,50
32	1	19,7	0,60	31,9	2,71	45	4,58	92	0,58
	2	20,0	0,55	29,5	3,87	71	11,15	93	0,00
33	1	15,7	0,42	33,0	1,13	30	4,24	90	0,71
	2	15,5	0,71	28,2	1,41	61	7,78	97	0,00
34	1	15,5	1,27	34,9	1,13	28	0,00	86	1,41
	2	16,1	0,00	28,5	0,00	56	0,00	99	0,00
35	1	16,2	1,77	31,8	1,41	36	2,12	89	2,12
	2	16,2	1,70	30,6	0,00	45	1,41	94	7,07
36	1	17,3	0,07	30,9	0,42	39	2,12	94	2,12
	2	17,3	0,07	31,0	0,78	48	0,71	93	0,71
37	1	17,8	0,21	29,7	1,98	46	7,07	95	0,71
	2	17,8	0,14	27,1	2,83	66	14,14	98	1,41
38	1	17,1	0,14	27,4	0,42	56	10,61	94	0,00
	2	17,0	0,07	26,5	1,77	65	9,90	97	1,41
39	1	15,8	1,41	28,8	0,28	30	0,71	92	1,41
	2	15,8	1,48	27,9	0,21	34	0,00	95	1,41
40	1	16,3	0,00	28,1	0,00	55	0,00	93	0,00
	2	16,4	0,00	28,0	0,00	61	0,00	98	0,00

## KASVUALUSTAN SEURANNAN MITTAUSTULOKSET

TAULUKKO 1. Kasvualustan kosteuspitoisuudet (%) rauduskoivulla

pvm	RAKO A	RAKO B	RAKO C	RAKO D	RAKO E	RAKO F
14.8.	62	30	63	50	57	46
16.8.	55	38	62	52	60	47
19.8.	56	32	62	53	57	43
23.8.	57	45	60	49	65	38
26.8.	55	38	63	49	57	54
30.8.	59	36	51	42	55	42
2.9.	62	41	58	54	61	50
10.9.	53	38	53	44	52	60
16.9.	67	44	66	65	66	59
23.9.	63	38	56	41	57	51
30.9.	66	42	61	54	71	63

TAULUKKO 2. Kasvualustan kosteuspitoisuudet (%) hieskoivulla

pvm	HIKO A	HIKO B	HIKO C	HIKO D	HIKO E	HIKO F
14.8.	49	26	55	56	61	63
16.8.	44	40	56	59	60	64
19.8.	37	44	46	55	54	61
23.8.	51	39	34	56	60	59
26.8.	36	33	26	60	61	58
30.8.	30	41	46	61	58	52
2.9.	19	45	49	61	61	56
10.9.	19	47	48	56	51	48
16.9.	66	48	56	66	65	67
23.9.	45	33	44	61	54	52
30.9.	43	46	47	70	67	66



TAULUKKO 3. Kasvualustan johtokyvyt (mS/cm) rauduskoivulla

pvm	RAKO A	RAKO B	RAKO C	RAKO D	RAKO E	RAKO F
14.8.	0,3	1,8	0,4	1,5	0,4	1,5
16.8.	1	2,2	0,6	1,8	0,7	1,8
19.8.	0,4	2,4	0,4	1,7	0,4	1,3
23.8.	0,5	2,3	0,4	2	0,4	1,8
26.8.	0,7	3,1	0,5	1,8	0,4	2
30.8.	0,5	2,4	1,3	1,4	0,7	1,6
2.9.	0,6	1,3	1,4	1,8	0,6	1,7
10.9.	1,5	2,4	2,2	2,2	1,2	1
16.9.	0,8	2,3	1,4	1,6	0,9	1,7
23.9.	1,2	3,1	2	2,4	1,7	2,2
30.9.	1,7	2,7	2,4	1,8	2,1	1,7

TAULUKKO 4. Kasvualustan johtokyvyt (mS/cm) hieskoivulla

pvm	HIKO A	HIKO B	HIKO C	HIKO D	HIKO E	HIKO F
14.8.	1,5	1,3	3,4	0,6	0,3	0,3
16.8.	1,8	1,8	2,6	0,7	1	0,6
19.8.	1,9	1,4	2,9	0,8	0,4	0,7
23.8.	2,4	2	3,4	0,8	0,4	0,5
26.8.	3	2,2	2,2	0,6	0,4	1,7
30.8.	1,9	1,1	0,8	0,5	0,7	1,1
2.9.	1,4	1,1	1,3	0,4	0,9	1,1
10.9.	1,2	1,7	1,4	0,9	1,4	2,2
16.9.	1,9	2,2	2	0,8	0,9	1,3
23.9.	2,8	2,9	2,8	1,7	2	1,4
30.9.	2,5	2,7	2,4	2	2,2	1,6

TAULUKKO 5. Kasvualustan lämpötilat (°C) rauduskoivulla

pvm	RAKO A	RAKO B	RAKO C	RAKO D	RAKO E	RAKO F
14.8.	26,9	26,8	28,3	25,9	27	26,3
16.8.	22,3	22,6	23,3	21,6	22,8	21,7
19.8.	24,5	22,6	27,5	23,1	26,2	22,7
23.8.	21,8	22,6	24,9	21,6	22,4	21,6
26.8.	17	16,7	17,9	16,7	18,1	16,1
30.8.	30,4	22,7	26,5	21,6	24	27,7
2.9.	25	21,1	24,6	21,8	22,8	23,3
10.9.	24	21,4	24,9	20,8	25,4	22,5
16.9.	21,5	20,8	22	20,5	22,5	20,7
23.9.	20,5	19,2	21,2	19,6	20,6	20,1
30.9.	21,3	19,5	21,8	20,3	22,1	20,7

TAULUKKO 6. Kasvualustan lämpötilat (°C) hieskoivulla

pvm	HIKO A	HIKO B	HIKO C	HIKO D	HIKO E	HIKO F
14.8.	26,9	27,4	27,1	26	26,8	27,4
16.8.	22,7	22,6	22,9	22,7	22,3	23,4
19.8.	25,6	28,4	25,2	22,8	25,2	24,6
23.8.	21,6	23,6	24	22,1	20,6	23,2
26.8.	16,5	16,7	17,3	17,1	17,1	17,1
30.8.	25,4	27	24,3	22,3	24	24
2.9.	23,5	24,8	22,6	22,7	23,5	22,7
10.9.	23,5	24,4	24,2	21,6	23,1	22,7
16.9.	20,8	21,1	21,1	21,2	21,5	21,7
23.9.	20,3	20,4	20,6	19,9	20,2	20,4
30.9.	20,9	21,6	21,3	20,7	21,1	21

## KASVIKOHTAISEN SEURANNAN TULOKSET

TAULUKKO 1. Lehtien lukumäärän (kpl) kehitys raudus- ja hieskoivulla kasvatusastioittain

<b>kasvatus- astia</b>	<b>taimen koodi</b>	<b>26.8.</b>	<b>2.9.</b>	<b>10.9.</b>	<b>16.9.</b>	<b>23.9.</b>	<b>30.9.</b>
<b>RAKO A</b>	<b>vihreä</b>	4	7	9	11	13	16
	<b>musta</b>	5	7	10	13	15	18
<b>RAKO B</b>	<b>vihreä</b>	6	10	12	16	20	23
	<b>musta</b>	6	7	10	12	15	18
	<b>keltainen</b>	5	7	10	13	17	20
<b>RAKO C</b>	<b>vihreä</b>	5	7	9	11	13	16
	<b>musta</b>	5	7	10	13	14	16
<b>RAKO D</b>	<b>vihreä</b>	4	6	8	9	9	-
	<b>musta</b>	5	9	11	14	17	-
	<b>keltainen</b>	6	10	12	14	16	-
<b>RAKO E</b>	<b>vihreä</b>	4	6	8	10	11	13
	<b>musta</b>	5	8	11	15	16	19
<b>RAKO F</b>	<b>vihreä</b>	6	9	12	15	18	21
	<b>musta</b>	5	7	9	12	14	16
	<b>keltainen</b>	5	6	8	9	10	11
<b>HIKO A</b>	<b>vihreä</b>	5	8	12	14	17	18
	<b>musta</b>	6	10	14	17	20	22
	<b>keltainen</b>	6	10	12	14	17	18
<b>HIKO B</b>	<b>vihreä</b>	5	8	10	13	16	-
	<b>musta</b>	6	10	12	16	19	21
	<b>keltainen</b>	6	8	12	16	19	-
<b>HIKO C</b>	<b>vihreä</b>	4	6	-	-	-	-
	<b>musta</b>	5	8	11	13	17	19
	<b>keltainen</b>	6	10	12	14	18	20
<b>HIKO D</b>	<b>vihreä</b>	5	6	8	10	11	14
	<b>musta</b>	5	6	8	11	12	15
<b>HIKO E</b>	<b>vihreä</b>	3	5	8	10	12	15
	<b>musta</b>	4	6	8	10	12	14
<b>HIKO F</b>	<b>vihreä</b>	6	9	9	12	15	17
	<b>musta</b>	4	7	8	11	15	17

TAULUKKO 2. Pituuskasvun kehitys (cm) raudus- ja hieskoivulla kasvatusastioittain

<b>kasvatus- astia</b>	<b>taimen koodi</b>	<b>26.8.</b>	<b>2.9.</b>	<b>10.9.</b>	<b>16.9.</b>	<b>23.9.</b>	<b>30.9.</b>
RAKO A	vihreä	5,4	10	17,4	25,2	34,8	41,5
	musta	4,9	10,2	15,4	23,6	32,7	38
RAKO B	vihreä	8	18,5	30,2	41	55,9	64,9
	musta	8,5	18,6	29,8	36,8	46,9	55,2
	keltainen	4,9	13,5	26,5	34,5	46	53,1
RAKO C	vihreä	5,7	10,6	14	21	30	39,3
	musta	4,8	10,1	15,2	22,3	29,8	37
RAKO D	vihreä	4,7	11,2	18	19,5	20,5	-
	musta	8,3	19,9	38,3	48,9	59,3	-
	keltainen	8,9	20,1	34,7	43,4	54,2	-
RAKO E	vihreä	3,5	8	14,7	20,7	27,4	34,1
	musta	4,9	10,3	17,2	25,7	34,5	43,2
RAKO F	vihreä	7,4	19,2	32,5	41,5	52,5	61
	musta	5,1	18,4	29,6	38,5	47,6	56
	keltainen	8,4	13,2	23,5	30,2	34,8	37,9
HIKO A	vihreä	8,7	19,8	30,3	37,5	48,5	51,3
	musta	8,2	20,5	33,3	43,3	55	61,1
	keltainen	9,4	19,2	28,9	36,6	45,4	47,6
HIKO B	vihreä	7,7	17	27	35,3	43,8	-
	musta	8,3	20,8	32,8	44,8	56,4	64,1
	keltainen	8,7	14,1	18,5	27,3	38,5	-
HIKO C	vihreä	7,8	14,3	-	-	-	-
	musta	8	19,8	31	38,8	48,7	53,8
	keltainen	8,8	20,5	30,8	38,2	50,5	55,8
HIKO D	vihreä	6,7	10,4	15,7	22,9	30,6	36,5
	musta	8	13,9	19,5	25	32	40,3
HIKO E	vihreä	3,6	7,3	12,9	18,5	25,7	32,7
	musta	4	8,5	16,6	21	27,8	35,9
HIKO F	vihreä	6,9	12,7	17,9	26	31,4	42,3
	musta	7,3	13,3	20,7	30,5	41,5	50,3

## LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS SYKSYN ITÄVYYSKOKEEN AIKANA

TAULUKKO 1. Viikoittaiset, keskimääräiset lämpötilan ja ilmankosteuden minimi- ja maksimiarvot sekä niiden keskihajonnat

vko	mittari	lämpötila				ilmankosteus			
		min	keski-hajonta	max	keski-hajonta	min	keski-hajonta	max	keski-hajonta
44	1	17,4	0,19	27,5	0,67	45	5,07	80	9,73
	2	17,4	0,17	26,2	0,65	48	5,03	83	9,83
45	1	17,1	0,17	26,9	0,31	48	10,98	81	8,92
	2	17,2	0,32	25,1	1,30	56	14,89	83	9,64
46	1	17,1	0,00	26,7	0,00	59	0,00	86	0,00
	2	17,1	0,00	23,7	0,00	73	0,00	90	0,00

## KOIVUN TAIKASVATUS LYHYESTI

## IDÄTYSVAIHE

- kasvualusta
  - vaalea rahkaturve, lannoitettu ja kalkittu
  - pH 4-6
  - johtokyky 1,0-1,3 mS/cm
- kylvö
  - kylmäsäilytys tarvittaessa
  - siemeniä ei peitetä
- olosuhteet
  - sopiva valotusvoima 2-3 W/m<sup>2</sup>
  - päivänpituus min. 18 h
  - lämpötila 25/25 °C
  - tasainen kosteus, sumutus, ilmankosteus 70-90 %
- harvennus
  - 3-4 -lehtiasteella, noin 4 viikkoa itämisen jälkeen

## TAIKASVATUSVAIHE

- valotus
  - valon intensiteetti > 300 µmol/m<sup>2</sup>/s
  - päivänpituus 18-24 h
- lämpötila
  - lasketaan n. 4 viikkoa taimettumisesta
  - päivä/yö 23/20 °C
- kastelu
  - turpeen vesipitoisuus 40-50 %
  - ilmankosteus 70-90 %
- lannoitus
  - aloitetaan 2-3 viikkoa taimettumisesta
  - 1-3 kertaa viikossa pienillä annoksilla valmistajan ohjeen mukaan
  - johtokyky nopeaa kasvua varten 2-3 mS/cm
  - lannoitustarpeen seuranta viikottain

## KASVINSUOJELU

- ennaltaehkäisyyn hyvä viljelyhygieniat ja ilmava kasvusto
- tuholaisien tarkkailu esim. liima-ansoin
- kemiallinen torjunta tarvittaessa