

---

# METSÄLEHMUS JA SEN MIKROLISÄYS



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Lepaa, 15.4.2011

Rauli Häyrynen



Maisemasuunnittelun koulutusohjelma  
Lepaa

Työn nimi                      Metsälehmus ja sen mikrolisäys

Tekijä                              Rauli Häyrynen

Ohjaava opettaja              Mona-Anitta Riihimäki

Hyväksytty                      \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_

Hyväksyjä

LEPAA

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Rauli Häyrynen	<b>Vuosi</b> 2011
<b>Työn nimi</b>	Metsälehmus ja sen mikrolisäys	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tilaaja oli Helsingin kaupungin rakennusvirasto, joka haluaa lisätä metsälehmäksiä. Helsingissä käytetään paljon lehmäksiä, mutta suurin osa niistä on ollut puistolehmäksiä tai muita ulkomaisia lajeja. Työn tavoitteena oli panna alulle metsälehmuksen mikroviljelmä ja tutkia neljän eri kasvatusalustan vaikutusta metsälehmuksen lepotilaisten hankaja kärkisilmujen kasvuun. Koska opinnäytetyö kuuluu maisemasuunnittelun koulutusohjelmaan, työn painopiste on metsälehmuksen ominaisuuksien ja käytön esittelyssä, ja mikrolisäys on vain osa sitä.

Metsälehmus on erinomainen puistopuu, joka kasvaa suureksi ja elää pitkään. Se on Suomessa alkuperäinen luonnonkasvi, joten se sopii maisemaan paremmin kuin muut lehmuslajit. Ihminen on vaikuttanut metsälehmuksen harvinaistumiseen, mutta nykyään sitä vaalitaan ainakin koristepuuna. Sen kapeakasvuiset lajikkeet sopivat myös katupuiksi. Merkittäviä tuholaisia metsälehmuksella ei ole, mutta kirvat erittävät tahraavaa mesikastetta. Lehmus myös tyypillisesti lahoaa ontoksi vanhemmiten, mikä luo haastetta puun kunnan arvioijille.

Tutkitut kasvatusalustat olivat LS ja DKW. Kummallakin kokeiltiin sytokiniinihormoneja BAP 1 mg/l ja ZEA 1 mg/l. Aloituspalat huuhdeltiin ensin saippuavedessä, minkä jälkeen ne preparoititiin ja pantiin juoksevan hanneden alle tunniksi. Lopuksi ne steriloiditiin etanolissa ja natriumhypokloriitissa. Osa aloituspaloista saatiin hyödettyistä versoista, jotka steriloiditiin samoilla aineilla mutta ilman juoksevalla vedellä huuhtelua. Kumpikaan kasvatusalustoista ei ollut selvästi parempi, vaan kasvuun vaikutti lähinnä käytetty sytokiniini. Kaikki jatkokasvatukseen saadut silmut olivat zeatiinia sisältävillä alustoilla, joten se on metsälehmukselle parempi kasvunsääde kuin bentsyyliaminopuriini. Silmut kasvoivat huonommin kuin hyödettyistä versoista saadut aloituspalat. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että silmut kerättiin lepotilaisina. Jos metsälehmuksen mikroviljelmän aloittaa syksyllä, kannattaa siis käyttää hyödettyjä versoja. Myös muita kasvunsääteitä, etenkin thidiazuronia tulisi kokeilla.

**Avainsanat** Koristepuut, metsälehmus, mikrolisäys, *Tilia cordata*

**Sivut** 33 s. + liitteet 2 s.

LEPAA  
Degree Programme in Landscape Design

---

<b>Author</b>	Rauli Häyrynen	<b>Year</b> 2011
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	The Small-leaved Lime and Its Micropropagation	

---

## ABSTRACT

The thesis was commissioned by the Helsinki Public Works Department, which wants to increase the use of small-leaved lime in the city. Lime trees are very common in Helsinki, but most of them are non-native species. The aim of this thesis was to initiate the micropropagation of small-leaved lime and to study the effect of four culture media on dormant axillary buds and shoot tips. Because the thesis is for the degree programme in Landscape Design, the work concentrates on the properties and use of lime trees in green areas, and micropropagation is only a part of it.

The small-leaved lime is an excellent tree for parks, as it grows large and lives long. It is a native species in Finland, and it fits the landscape better than other lime tree species. Humans have contributed to the decline in the number of lime trees, but today they are appreciated at least as ornamental trees. The narrow-shaped cultivars make good street trees. Lime trees do not have significant pests, but aphids secrete honeydew that stains the surroundings of the tree. Old lime trees tend to become hollow because of rot, which poses a challenge for those who evaluate the condition of trees.

The tested culture media were LS and DKW. The cytokinin hormones BAP 1 mg/l and ZEA 1 mg/l were tested on both. The explants were first soaked in a detergent solution, after which their bud scales were removed and they were rinsed with running tap water for an hour. Lastly, they were surface sterilised in ethanol and sodium hypochlorite. A part of the explants were obtained from forced shoots, which were sterilised similarly, but without the rinsing with tap water. Neither of the media produced better results than the other, but the growth was affected mostly by the cytokinin used. The only buds that survived were on media containing zeatin, which suggests it is a more suitable growth regulator for the small-leaved lime than benzylaminopurine. The buds grew more poorly than the explants obtained from forced shoots. This is most likely because the buds were collected dormant. If one is to initiate the culture of the small-leaved lime in autumn, it is therefore best to use forced shoots. Other growth regulators, especially thidiazuron, are worth a try as well.

**Keywords** Micropropagation, lime, linden, ornamental trees, *Tilia cordata*

**Pages** 33 p. + appendices 2 p.

---

## KÄSITTEET

Agar	Punalevistä saatava aine, jolla kasvatusalusta hyödytetään.
Bentsyyliaminopuriini	Synteettinen sytokiniini, BAP.
DKW	Kasvatusalusta, jonka Driver ja Kuniyuki kehittivät jalopähkinöille.
Hyötäminen	Kasvin vuosirytmien sekoittaminen valo- ja lämpöoloja manipuloidulla. Tässä työssä viittaa versojen kasvamiseen maljakossa huoneenlämmössä olevien oksien lepotilaisista silmuista.
Ionivaihdettu vesi	Puhdistettua vettä, josta ionisoituneet aineet on poistettu.
Kasvatusalusta	Neste tai hyytelö, joka sisältää viljelmän tarvitsemat ravinteet ja vitamiinit. Energialähteenä käytetään yleensä sakkaroosia eli ruokosokeria.
Laminaarivirtauskaappi	Työskentelytila, jossa jatkuva ilmavirta pitää epäpuhtaudet poissa. Pidetään steriilinä etanolilla pyyhkimällä.
LS	Kasvatusalusta, jonka Linsmaier ja Skoog kehittivät tupakalle.
Sytokiniinit	Kasvihormoneja, jotka edistävät solunjakautumista ja mahdollistavat hankasilmujen kasvamisen.
Zeatiini	Luonnollinen sytokiniini, ZEA.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	METSÄLEHMUS .....	2
2.1	Levinneisyys ja kasvupaikat.....	2
2.2	Tuntomerkit.....	3
2.2.1	Varsi .....	3
2.2.2	Lehti.....	4
2.2.3	Kukka ja hedelmä .....	5
2.3	Kasvu ja lisääntyminen .....	6
2.3.1	Kasvuolosuhteet .....	7
2.3.2	Suvullinen lisääntyminen .....	8
2.3.3	Kasvullinen lisääntyminen .....	9
2.3.4	Lehmus kliimaksilajina .....	10
2.3.5	Mikrolisäys .....	10
2.4	Käyttö.....	11
2.4.1	Arvostus.....	11
2.4.2	Metsälehmus koristepuuna .....	12
2.4.3	Jalopuumetsän maisemanhoito.....	14
2.4.4	Puuaines.....	15
2.4.5	Ravinto- ja rohdoskäyttö .....	15
2.5	Suojelu.....	16
2.6	Tuholaiset ja taudit .....	16
2.7	Lehmus kansanperinteessä .....	18
2.8	Lehmuksen nimet .....	19
3	MIKROLISÄYS .....	20
3.1	Sterilointimenetelmän valinta .....	21
3.2	Silmujen käsittely .....	21
3.3	Hyödettyjen versojen käsittely .....	22
3.4	Kasvatusalustat.....	22
3.5	Viljelmän seuranta.....	23
4	TULOKSET .....	25
4.1	Silmut .....	25
4.2	Hyödetyt versot .....	26
5	POHDINTAA.....	27
	LÄHTEET .....	29
	LIITTEET	
	Liite 1	LS-alusta (muunnettu)
	Liite 2	DKW-alusta

## 1 JOHDANTO

Metsälehmus (*Tilia cordata* Mill.) on sukunsa ainoa alkuperäinen luonnonkasvi Suomessa. Se on yksi maamme kuudesta luonnonvaraisesta jalosta lehtipuusta ja on levinnyt niistä pohjoisimmaksi. (Hämet-Ahti, Palmén, Alanko & Tigerstedt 1992, 44, 154.)

Lehmuksen merkityksestä ihmisille on hyvänä merkinä se, että sen vanha suomalainen nimi niinipuu viittaa sen kuoresta saatavaan niinikuituun. Suomessa on monia paikannimiä, joissa esiintyy sana niini. Kaikki nämä eivät kuitenkaan välttämättä viittaa lehmukseen, sillä niini voi tarkoittaa muitakin kasvikuituja (Suomen sanojen alkuperä 1995, s.v. niini).

Lehmuksen tärkeys näkyy myös siinä, että Suomen muinaiset lehmusmetsät ovat taantuneet. Laiduntaminen, metsien kaskeaminen ja pelloksi raivaus, niinen otto sekä puiden hakkuu tarve- ja polttopuiksi ovat saaneet lehmusmetsät häviämään (Ollinmaa 1952, 25). Pelto- ja kaskimaiksi valittiin mielellään ravinteikkaat lehtomaat. Kaskeaminen oli lehmukselle erityisen vahingollista, koska kaadetut puut poltettiin vasta seuraavana vuonna, jolloin lehmus oli jo ehtinyt vesoaa. Sen kilpailijat eivät kärsineet polttamisesta samalla tavalla. (Rainio 1977b, 62.)

Niintä käytettiin köysien, kalaverkkojen ja korien valmistukseen jo kivi-kaudella. Se oli aikoinaan niin tärkeä tuote, että keskiajalla Ruotsi määräsi niiniveron. Vero saattoi olla jopa kymmeniä runkoja pitäjää kohti, ja jo 1600-luvulla niinipuu oli harvinaistunut niin paljon, että verosta piti luopua. Niintä kuitenkin otettiin vielä kotikäyttöön 1910-luvulle saakka. (Lampolahti 1995.) Kun parhaat lehmusyksilöt on kaadettu hyötykäyttöön, jäljelle jääneet huonommat puut ovat päässeet leviämään, mikä on saattanut vaikuttaa lehmusten perimään vahingollisesti. Ihmisen toiminnan lisäksi syynä ovat olleet ilmaston muuttuminen ja kuusen leviäminen maamme viime vuosituhansien aikana. (Hämet-Ahti ym. 1992, 40.) Metsälehmus myös lisääntyy huonosti siemenistä (Heino 2006, 155).

Kasvullinen lisääminen olisi hyvä keino saada parhaita lehmuskantoja lisääntymään. Näin saadaan aikaan perimältään identtisiä klooneja, joilla on samat ominaisuudet kuin emokasvilla. Työn tilaaja, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, haluaa lisätä helsinkiläisiä metsälehmuskantoja. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua metsälehmukseen ja sen käyttöön sekä saada aikaan mikroviljelmä metsälehmuskloonista, jonka silmut kerättiin loppusyksyllä juuri kun silmut ovat menneet lepotilaan. Työssä tutkitaan kahden kasvatusalustan ja kahden kasvihormonin sopivuutta metsälehmuksen viljelmän aloitukseen.

## 2 METSÄLEHMUS

Lehmukset (*Tilia*) ovat perinteisesti kuuluneet omaan lehmuskasvien heimoonsa (*Tiliaceae*) (Hämet-Ahti ym. 1992) mutta APG II -luokituksessa ne on siirretty malvakasvien heimoon (*Malvaceae*) (An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification 2003, 435). Lehmukset ovat kesävihantia, yksikotisia puita, jotka risteytyvät helposti keskenään. Suomessa kasvatettavat lajit ovat tavallisesti yksirunkoisia ja 10–20 metriä korkeita. Metsälehmus kasvaa korkeammaksikin, ja toisaalta koristepuina käytetään alle 10-metrisiäkin lajeja. (Hämet-Ahti ym. 1992, 152–155.)

Lehmusten sukuun kuuluu luokittelusta riippuen 25–45 lajia, jotka kaikki kasvavat pohjoisella pallonpuoliskolla. Euroopassa kasvaa luontaisena viisi lajia. Suomessa metsälehmus on ainoa luonnonvarainen lehmus, mutta viljeltynä on löydetty ainakin 17 lehmuslajia, -lajiketta ja muuta taksonia. (Alanko 1999, 175; Relve 1997, 97.)

### 2.1 Levinneisyys ja kasvupaikat

Metsälehmus on eurooppalainen laji. Sen pääasiallinen levinneisyysalue ulottuu pohjois–etelä-suunnassa Fennoskandian ja Ison-Britannian eteläosista Italian ja Balkanin pohjoisosiin, länsi–itä-suunnassa Ranskasta hieinan Uralin taakse. Levinneisyysalue kapenee Uralia kohti mentäessä. Lisäksi sitä esiintyy jonkin verran Espanjassa, Krimin niemimaalla ja Kaukasuksella. (Kujala 1980, 73.)

Suomessa metsälehmusta esiintyy suunnilleen Pori–Seinäjoki–Iisalmi–Lieksa-linjalle asti. Ei liene sattumaa, että lehtometsien esiintymisalue on melko samanlaajuinen. Pohjoisin varmasti luontainen esiintymä on Reijjärven kunnassa Pitkäjärven työntyvässä Kokkoniemessä leveyspiirillä 63°38' N. (Luonnonharrastajan Suomi 2002, 52; Heino 2006, 157, 161.) Lehmus saapui Suomeen kaakosta noin 6500 vuotta sitten. Sen pahin kilpailija kuusi alkoi levitä maahamme 3000–5000 vuotta sitten. (Rainio 1977a, 5.)

Metsälehmus kasvaa kuivissa lehdoissa, puronvarsilehdoissa, vuorenaluslehdissä sekä tuoreissa ja lehtomaisissa kangasmetsissä. Se on rauhoitettu Ahvenanmaalla. (Hämet-Ahti, Suominen, Ulvinen & Uotila 1998, 221; Kujala 1980, 75.) Se suosii kuohkeita maita, joilla routa sulaa nopeammin, ja kasvukausi on siten pidempi. Viljelymaiden raivaus ja kuusen leviäminen ovat jättäneet metsälehmukselle kasvupaikoiksi lähinnä kivikkoisia ja mäkisiä maita. (Hertz 1925, 47.)

Tyypillisiä metsälehmuksen kanssa kasvavia kasveja ovat metsäkastikka (*Calamagrostis arundinacea*), ahomansikka (*Fragaria vesca*), metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*), metsäimarre (*Gymnocarpium dryopteris*), sinivuokko (*Hepatica nobilis*), kerrossammal (*Hylocomium splendens*), kevätlinnunherne (*Lathyrus vernus*), kevätpiippo (*Luzula pilosa*), oravanmarja (*Maianthemum bifolium*), nuokkuhelmikka (*Melica nutans*), lehtotesma (*Milium effusum*), lehväsammat (*Mnium* spp.), käenkaali (*Oxalis acetosella*), liekosammal (*Rhytidiadelphus triquetrus*), lillukka (*Rubus*



*saxatilis*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*), metsätähti (*Trientalis europaea*), mustikka (*Vaccinium myrtillus*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja metsäorvokki (*Viola riviniana*). (Hertz 1925, 44; Kellomäki, Kanerva & Toivonen 2000, 50.)

### 2.2 Tuntomerkit

Tässä luvussa metsälehmusta vertaillaan isolehtilehmukseen (*Tilia platyphyllos*) ja puistolehmukseen (*Tilia × europaea*). Puistolehmusta pidetään metsälehmuksen ja isolehtilehmuksen risteymänä, mutta se saattaa olla myös oma lajinsa (Alanko 1999, 177).

#### 2.2.1 Varsi

Metsälehmus on yksi- tai monirunkoinen puu, joka tuottaa vesoja. Lehmusten rungot ovat yleensä tasaisia, mutta varsinkin puistolehmuksen rungossa on muhkuroita. (Hämet-Ahti ym. 1992, 153–155.) Metsälehmuksenkin runkoon muhkuroita voi muodostua, jos se kasvaa huonolla kasvupaikalla. Muhkurat koostuvat jälkisilmuista, ja niistä kasvaa runsaasti vesoja. (Räty 2006, 130.) Kuori on aluksi sileä, mutta halkeilee vanhemmiten (Kuva 1; Cajander 1917, 533).



Kuva 1 Nuoren (vas.) lehmuksen runko on sileä, myöhemmin (oik.) siihen tulee pitkittäisuurteita.

Lehmukselle tyypillistä on oksien taipuminen alaspäin (Kuva 2). Tämä johtuu siitä, että lehmuksella ei ole kykyä muodostaa lylyä eli painepuuta, joka muilla lehtipuilla kehittyy oksan alapuolelle ja estää sitä taipumasta. (Kujala 1980, 72.) Puistolehmuksen oksat eivät riipu yhtä paljon kuin metsälehmuksen (Kiuru 1995). Metsälehmuksen nuoret haarat ovat kaljuja, isolehtilehmuksella ne ovat karvaisia (Hämet-Ahti ym. 1992, 154). Runko ja oksat kasvavat haarajatkoisesti, mutta siitä johtuva mutkittelu häviää oksan vahvistuessa. (Cajander 1917, 532.)



Kuva 2 Lehmuksen oksat taipuvat tyypillisesti alaspäin.

### 2.2.2 Lehti

Lehmusten lehdet ovat ruodillisia ja sijaitsevat oksissa kierteisesti. Lehtilavat ovat ehyitä, leveänpuikeita ja hammaslaitaisia, harvoin vaahteramaisesti liuskaisia. Niiden tyvi on herttamainen tai tylppä, usein epämukainen (Kuva 3). Nuoressa lehdessä on pienet korvakkeet, jotka karisevat pian (Kuva 4). Silmu on suuri ja pullea. (Cajander 1917, 532; Hämet-Ahti ym. 1992, 152.) Vaasvainion (2009) mukaan lehmusten suvun erottaa muista Suomessa kasvavista ja viljeltävistä puista uloimman silmusuomun perusteella, joka on lyhyt ja pullea (Kuva 4).

Metsälehmuksen lehtilapa on 3–9 cm pitkä. Se on päältä kalju ja himmeän vihreä, alta sinivihreä ja suonihankojen ruskeita karvatupsuja lukuun ottamatta kalju. Lehden reuna kääntyy tavallisesti ylöspäin. Puistolehmuksen lehdet ovat alta korkeintaan heikosti sinertäviä ja karvatupsut ovat liikkaisen valkoisia. Isolehtilehmuksen lehtien alapinnat ovat vaaleanvihreitä, ja lehdet ovat yleensä molemmilta puolilta karvaisia. Lehden reuna kääntyy alaspäin. Karvatuntomerkit ovat luotettavia vain kukinnan ja hedelmien kypsymisen välillä. (Hämet-Ahti ym. 1992, 154; Rätty 2006, 130–131.) Syksyllä lehmuksen lehdet kellastuvat ennen putoamistaan (Raatikainen 1993, 183).





Kuva 3 Metsälehmuksen lehti.



Kuva 4 Vasemmalla metsälehmuksen silmu, oikealla nuoria lehtiä korvakkeineen.

### 2.2.3 Kukka ja hedelmä

Metsälehmus kukkii heinäkuun lopulla. Kukinto on tavallisesti 5–7-kukkainen, joskus jopa 16-kukkainen pysty viuhko. Puistolehmuksen kukinnossa on 3–10 kukkaa, isolehtilehmuksella vain 2–5 kukkaa. Näiden kahden lehmuksen kukinnot ovat nuokkuvia. Lehmuksille tyypillinen tunto-merkki on kukinnon kapea tukilehti, joka on osittain yhdiskasvuinen kukintoperän kanssa. Kukkat ovat kellanvalkoisia, kaksineuvoisia, pitkäperäisiä ja tuoksuvia. Teriö on ruusumainen ja viisilehtinen kuten verhiökin.

Heteitä on monta, ja monella lajilla niistä osa on muuntunut terälehdhen näköisiksi. Vertailtavana olevilla lajeilla kaikki heteet ovat normaaleja. (Hämet-Ahti ym. 1992, 152–155; Rätty 2006, 130, 157.)

Lehmusten hedelmät ovat pähkylämäisiä palleroita. Metsälehmuksella ne ovat halkaisijaltaan 6 mm, sileitä tai heikkosärmäisiä, puistolehmuksella hyvin heikkosärmäisiä ja isolehtilehmuksella 8–10 mm kokoisia, selvästi viisisärmäisiä. (Hämet-Ahti ym. 1992, 152, 154; Rätty 2006, 131.) Siikäämässä on viisi lokeroa, joissa kussakin on kaksi siemenaihetta. Niistä tavallisesti vain yksi, joskus kaksi, kehittyy siemeneksi (Kujala 1980, 72).

Lehmuksen sirkkataimi kasvaa noin 3–4 cm:n pituiseksi. Sen sirkkalehdet ovat puillemme poikkeuksellisesti liuskoittuneet kouramaisesti. Niiden suonitus on kuitenkin sulkamainen. (Cajander 1917, 532.)

### 2.3 Kasvu ja lisääntyminen

Söytingin (1985, 33) havaintojen mukaan metsälehmuksen taimet kasvavat aluksi hyvin hitaasti. Ensimmäisten kymmenen vuoden aikana vuosikasvaimen pituus on tavallisesti vain 2–3 cm, korkeintaan 6 cm. Alle puolimetrisenkin taimi voi siis hyvin olla jo 10-vuotias. Kasvu nopeutuu 60 vuoden ikään saakka, ja lopullisen korkeutensa lehmus saavuttaa noin 150-vuotiaana. Lehmukset elävät keskimäärin 250 vuotta, mutta voivat elää kaksinkertaisenkin ajan. (Cajander 1917, 532; Rätty 2006, 129; Tegelberg 2008.) Jos lehmus leikataan maan tasalle ja annetaan sen aina uusiutua kantovesoista, sen biologinen ikä voi kasvaa jopa tuhansiin vuosiin. Englannissa on 80 rungon metsälehmusklooniryhmä, jonka iäksi on radiohiilimenetelmällä laskettu 6000 vuotta. (Lewington & Parker 1999, 103.)

Kellomäki, Kanerva ja Toivonen (2000, 43–44) kuvailevat Koskisen (1995) tutkimusta, jossa mitattiin metsälehmuksen paksuuskasvua. Lehmuksen pohjoisimmilla esiintymisalueilta Virroilla yhdellä kasvupaikalla kerättyjä tuloksia ei voi sellaisenaan yleistää muihin olosuhteisiin, mutta niistä saa jonkinlaisen kuvan lehmuksen kasvusta. Aineiston perusteella lehmuksen rungon läpimitta saavuttaa 7 cm 27 vuoden iässä, 15 cm 50 vuoden iässä ja 25 cm 70 vuoden iässä. Ikivanhojen monirunkoisten lehmusten ympäröitymitat voivat saavuttaa useita metrejä, etelämpänä Euroopassa jopa kymmeniä metrejä (Kiuru 2003; Lewington & Parker 1999).

Metsälehmus sietää hyvin varjostusta. Sen kanssa muiden puiden varjossa kasvavat hyvin vaahtera, harmaaleppä ja kuusi. Silloin kun nämä puulajit kasvavat samalla paikalla, voittaja riippuu lähinnä siitä, mikä niistä ehtii itää ensin. Lehmus kasvaa harmaaleppää korkeammaksi ja vanhemmaksi, joten täysikasvuisena harmaaleppä jää sen varjoon. Tiheä lepikko kuitenkin tukahduttaa nuoret lehmukset. Kuusi kasvaa ensimmäisinä vuosinaan hitaasti, ja lehmuksen vesat kasvavat siitä ohi, vaikka kuusella olisi kymmenenkin vuoden etumatka. Jos kuusi on ehtinyt kasvaa kauemmin, se yleensä tukahduttaa lehmuksen. Metsälehmus voi kuitenkin sinitellä varjossa pensasmaisena odottaen hetkeä, jolloin kuusikkoon tulee aukko. (Hertz 1925, 63–65.)

Lehmus kasvaa niin, että se saa käytettyä valon mahdollisimman tehokkaasti hyväkseen. Sen latvus on leveän kartiomainen, ja varjossa kasvanneen yksilön leveys saattaa olla korkeutta suurempi. Näin oksat varjostavat toisiaan mahdollisimman vähän. Myös lehdet kasvavat vaakasuorassa ja lomittain, jotta ne suuntautuisivat tehokkaasti valoon. (Söyrinki 1985, 35.)

### 2.3.1 Kasvuolosuhteet

Suureksi, jopa 30-metriseksi kasvaakseen lehmus vaatii suotuisat olot. Se voi kuitenkin olla rehevä ja elinvoimainen huonommallakin kasvupaikalla, se vain jää tällöin pienemmäksi. Parhaiten metsälehmukseksi sopii ravinteikas läpäisevä rinnemaa, joka on tuore mutta ei märkä: seisovaa vettä sen juuristo ei siedä. Tasaisella paikalla maan läpäisevyys on erityisen tärkeää. Savimailla lehmus kasvaakin rinteillä ja kumpareilla. (Kiuru 1995; Rätty 2006, 129). Kovin happamassa maassa lehmus ei viihdy. Virroilla tehty tutkimus kuvastaa hyvin lehmuksen ravinteikkaan maan vaatimusta. Lehmusta ei juuri esiinny korkeustasolla 145–165 metriä merenpinnan yläpuolella. Viimeisimmän jääkauden jälkeisen Yoldiameren rantaviiva on ollut suunnilleen tällä tasolla, ja meri on huuhtonut ravinteet alemmas. Rantaviivan yläpuolellakin lehmusta tavataan, koska sinne huuhtomisvaikutus ei ole yltänyt. (Kellomäki ym. 2000, 30, 33–36.)

Varjonkestävyytensä takia metsälehmus on hyvä puu esimerkiksi lahojen kuusikoiden uudistamiseen. Taimet voidaan istuttaa kuusten sekaan ilman, että koko metsä pitää ensin hakata paljaaksi. Näin maisema pysyy koko ajan hyvän näköisenä. Varjostavia puita pitää kuitenkin harventaa ajoissa: komeaksi puuksi kasvaakseen lehmus tarvitsee paljon tilaa. (Kiuru 1995.) Taimelle liika väljyys on jopa haitaksi, sillä se kasvaa helposti vinoon ilman muiden puiden tukea (Kellomäki ym. 2000, 65). Ympäröivä puusto vaikuttaa myös metsälehmuksen ulkonäköön. Avoimella paikalla lehmus jää usein alle 20-metriseksi, ja sen runko on oksainen. Metsikössä se kasvaa korkeammaksi, ja sen alaoksat karsiutuvat niin, että siitä tulee runkopuu. Kummankinlaisilla kasvupaikoilla sen latvuksesta tulee yleensä tuuhea ja kaunis. (Raatikainen 1993, 183.)

Metsälehmus kestää pakkasia ja hallaa. Vuonna 1975 oli pahoja kevähallaloja, jolloin puut olivat toukokuun lopussa täydessä lehdessä  $-8\text{ °C}$ :n pakkasessa. Metsälehmus ei juuri kärsinyt, mutta samalla paikalla kasvanneet tammet ja kuuset vaurioituivat. (Rainio 1977a, 8–9.) Pakkanen voi aiheuttaa metsälehmuksen runkoon halkeamia, mutta niistä ei ole suurta haittaa, koska lehmus kestää hyvin lahoa. Vanhojen lehmusten sisus voi olla täysin ontto, mutta puu kasvaa edelleen rehevänä. Ontto lehmus pysyy myös pystyssä erittäin hyvin, varsinkin jos rungon putkirakenne on ehjä. Laho etenee puun pintaosissa hitaasti, ja paksuuskasvu korvaa menetettyä puuainesta. (Kiuru 1995.) Puun sisälle muodostuu mulmia eli multamaista lahoa, jossa elää harvinaisiakin kovakuoriaisia. Vanhoissa lehmuksissa elää kolopesijöitä, jopa lehtopöllöjä. (Kiuru 2003.)

Siementaimet ovat ensimmäisinä elinvuosinaan kylmälle ja kuivuudelle arkoja. Ne myös tukahtuvat helposti rikkakasveihin, koska kasvavat niin hitaasti. (Hertz 1925, 16.)

### 2.3.2 Suvullinen lisääntyminen

Metsälehmus lisääntyy Suomessa huonosti suvullisesti, mutta se korvaa puutetta tehokkaalla kasvullisella lisääntymiskyvyllään. Ilmasto on nykyään viileämpi kuin lehmuksen suurimman levinneisyyden aikana. Tätä on aikaisemmin pidetty tärkeimpänä syynä siementuoton vähenemiseen, mutta todellisuudessa syitä on useita. (Rainio 1977a, 9.)

Metsälehmus kukkii poikkeuksellisen myöhään, joten siemenellä on kiire kypsyä. Pigottin (1981) mukaan päivittäisen maksimilämpötilan tulee kukkimisaikana olla vähintään 19–20 astetta. Sen lisäksi myös alkusyksyn lokakuun alkuun saakka on oltava tavallista lämpimämpi. (Kellomäki ym. 2000, 12.) Hedelmä kypsyy vasta lokakuussa ja talvella tuuli riipii hedelmistön irti kokonaisuena. Lenninsiipimäisen tukilehden avulla se voi kulkea tuulen mukana, mutta ei yleensä kovin pitkälle emopuusta. Hankia ja jäätä pitkin liukuen tai vedessä kelluen se voi päätyä pidemmällekkin. (Kujala 1980, 73; Hertz 1925, 16, 50, 53.)

Siemenestä kasvanut lehmus aloittaa kukkimisen noin 20–30 vuoden iässä, kasvullisesti lisääntyneet puut jo 15–20-vuotiaina. (Cajander 1917, 533; Raatikainen 1993, 183.) Vanhat puut eivät välttämättä jaksa kypsyttää siemeniä. Myöskään vesoista kasvaneet puut eivät ilmeisesti kykene tuottamaan itämiskelpoisia siemeniä. Tämä johtuu siitä, että vesasyntyisten puiden biologinen ikä on paljon korkeampi kuin niiden näennäinen ikä. (Rainio 1977a, 9–10.)

Lehmus on hyönteispölytteinen, mutta sen kasvupaikat ovat kaukana toisistaan, joten ristipölytystä tapahtuu huonosti. Tehokkaan kasvullisen lisääntymisen vuoksi tietyllä kasvupaikalla on usein vain saman emopuun klooneja tai ainakin hyvin läheisiä sukulaisia. Rainio pohtii, vaikuttaisiko kaukaisemman alkuperän istuttaminen lehmuskasvustoon puiden siementuottoon. (Rainio 1977a, 10.) Helsingin kaupunki aikoo mahdollisesti joskus kokeilla useiden lehmusesiintymien puiden istuttamista lähekkäin ristipölytyksen edistämiseksi (Raisio, sähköpostiviesti 17.2.2011).

Pigottin (1991) tutkimuksen mukaan metsälehmuksen siemen on elinkel-poinen vain, jos sen paino ylittää 22 mg: tällöin siinä on tarpeeksi vararavintoa (Kellomäki ym. 2000, 47). Tarmi (1995) havaitsi, että elinkelpoisemmen siemenen itävyys on hyvin heikkoa, ja itänyt taimi on silti vaarassa kuolla kahden ensimmäisen vuoden aikana (Kellomäki ym. 2000, 47). Vaikka itämiskelpoista siementä saataisiinkin, se vaatii sekä lämpö- että kylmäkäsittelyn, joista kumpikin on 4–5 kuukautta (Alanko 1999, 178). Syksyllä kylvettävä siemen itää siis tyypillisesti vasta toisena keväänä (Cajander 1917, 532).

Söyrinki (1985) kertoo metsälehmuksen siemenellisestä lisääntymisestä kertovista tutkimuksista. 1920–40-luvuilla tehdyt siementaimikartoitukset (esimerkiksi Hertz 1925) antoivat varsin huonon kuvan metsälehmuksen lisääntymiskyvystä. 1950–80-luvuilla kuitenkin siementaimia löydettiin yllättävän paljon. Söyringin mukaan Erkamo (1952, 1956) oli sitä mieltä, että taimien yleistymisen oli seurausta ilmaston muuttumisesta. Siementaimien yleistymiseen voi olla muitakin syitä. Karjan metsälaidunnuksen lopettaminen ja lehmuksen versojen hyötykäytön loppuminen ovat antaneet taimille mahdollisuuden kasvaa. Kannan heikkenemisen estäminen vaatii kuitenkin tietoista ponnistelua. (Söyrinki 1985.) Nykyinen ilmaston lämpeneminen saattaa parantaa metsälehmuksen menestymistä huomattavastikin (Kellomäki ym. 2000, 15).

### 2.3.3 Kasvullinen lisääntyminen

Rungon tyvessä olevista silmuista puhkeaa jo emorungon kasvuaikana tyvivesoja. Elinvoimaisia, puiksi asti kehittyviä vesoja kehittyä lähinnä 10–30 vuoden ikäisiin puihin. Vanhempien puiden tyvivesat voivat aluksi kasvaa nopeasti mutta kuolevat myöhemmin. (Hertz 1925, 58.)

Rungon kallistuminen saa leposilmut aktivoitumaan, ja ne alkavat tuottaa vesoja (Kellomäki ym. 2000, 12). Kun lehmus kaatuu tai kaadetaan, vesoja kasvaa lisää, jopa katkaistuihin rungon ja oksien kappaleisiin. Huonoissa olosuhteissa ne eivät välttämättä elä kahta vuotta kauempaa. Kantovesat puolestaan ovat jopa tyvivesoja yleisempiä. Juurenniskasta ja juurten haaroista kasvaneet kantovesat kasvavat todennäköisemmin puiksi kuin kannon leikkauspinnasta tai kyljestä puhjenneet vesat. Myös kaatuneen rungon oksat voivat kehittyä uusiksi puiksi ja jatkaa kasvuaan, kun alkuperäinen runko lahoaa pois. (Hertz 1925, 58–61.)

Heti kaatumisen jälkeen syntyneet vesat ovat elinvoimaisempia kuin seuraavan kesän vesat. Kantovesojakin kasvaa parhaiten nuorista, 15–40-vuotisista lehmuksista. Kanto- ja tyvivesat kasvavat ensimmäisinä vuosinaan selvästi nopeammin kuin siementaimet, mutta myöhemmin nopeusero tasoittuu. Lehmukselle on ominaista myös oksavesojen muodostaminen. Lehmus tuottaa rungon alaosaan myöhäissyntyisiä oksia, jotka helposti esimerkiksi lumen alla painuvat maahan kiinni ja juurtuvat kosketuskohdastaan. Tästä kasvaa uusi vesa. Lehmus voi oksavesojen avulla myös kiipeillä kallioilla: oksa juurtuu ylempänä olevalle penkereelle ja kasvattaa uuden rungon. (Hertz 1925, 60–61, 67.)

Kaiken kaikkiaan Suomen olosuhteissa kasvullinen lisääntyminen on metsälehmukselle ominaisin lisääntymiskeino. Hertz (1925, 62) arvelee, että koska lehmus tuottaa kantovesoja tehokkaammin kuin tyvivesoja, ja sen siementuotto on niin heikkoa, lehmusten kaataminen hyötykäyttöön on itse asiassa estänyt metsälehmuksen häviämisen kokonaan. Lehmuksen hyvää kykyä lisääntyä kasvullisesti voi käyttää hyödyksi puuta lisättäessä. Oksia voi taivuttaa maahan tai niitä voi ottaa pistokkaiksi. Tähän tarkoitukseen sopivat sekä puutumattomat että jo puutuneet oksat. Lehmusta voi lisätä myös varttamalla ja silmuttamalla. (Alanko 1999, 178; Kunneman & Albers 1991, 152.)

#### 2.3.4 Lehmus kliimaksilajina

Rainio (1977b, 61) esittää, että metsälehmus olisi ollut eteläisen Suomen ekologisen sukkession kliimaksipuu ennen kuusen saapumista maahamme. Monet sen ominaisuuksista viittaavat tähän. Metsälehmus kasvaa taimena hitaasti, koska se voi rauhassa odotella valoa vaativien pioneeripuiden, kuten koivun, lepän ja männyn, lyhyen elämän päättymistä. Se pystyy kasvamaan päällysmetsän varjossa ja uusiutuu nopeasti vesoista emorungon kuoleman, kaatumisen tai harvojen eläintuhojen jälkeen. Kun latvustoon tulee aukko, lehmus käyttää tilaisuutta hyväkseen. Se kasvaa korkeaksi ja on pitkäikäinen, joten lopulta siitä tulee metsän valtapuu. Muutkin jalot lehtipuut ovat lehmuksen tavoin taimena varjoa kestäviä. Alkuaan siis Etelä-Suomen lehtomailla sukkessio on kulkenut valopuista kohti jalopuita.

Kuusen levitessä Suomeen lehmus olisi saattanut pysyä valtapuuna, jos olot olisivat olleet luonnolliset. Lehmus kestää kuusta paremmin luontaisia kuloja, lahoa ja myrskytuhoja. Ihminen on kuitenkin toiminnallaan suosinut kuusta esimerkiksi raivaamalla parhaat maat pelloiksi ja antamalla karjan laiduntaa runsasruohoisissa lehdoissa. Kuusi menestyy paremmin karummilla mailla, joten se on saanut etulyöntiaseman lehmukseen verrattuna. (Rainio 1977b, 63.)

Suotuisissa olosuhteissa lehmusta, tammea ja pähkinäpensasta kasvava sekametsä voi nykyäänkin pitää kuusen poissa. Yksi syy on lehmusmetsän voimakas varjostus, joka voi olla liikaa kuusellekin. Tärkeämpi syy on ilmeisesti jalopuiden runsas lehtikarke, joka peittää sirkkataimet ja liimautuu yhtenäiseksi matoksi syyssateiden vaikutuksesta. Tammi ja pähkinäpensas ovat sopeutuneet taimettumaan tällaisissa olosuhteissa. Niillä on suuri, paljon vararavintoa sisältävä pähkinä, jonka avulla ne voivat kasvaa jo ensimmäisenä kesänä tarpeeksi pitkiksi. Pienisiemeninen metsälehmus selviää kasvullisen uudistumiskykynsä ansiosta. (Rainio 1977b, 64.)

Kun myöhemmin tammi–lehmus-metsiä on rauhoitettu, on usein käynyt niin, että kuusen leviäminen on saanut jatkua rauhassa. Rauhoituksen ajattellaan tarkoittavan, että metsässä ei saa kaataa puita. Kuusetumisen katsotaan kuuluvan normaaliin luonnonjärjestykseen, jota ei sovi rikkoa. (Rainio 1977b, 65.)

#### 2.3.5 Mikrolisäys

Lehmuksia on mikrolisätty suhteellisen vähän, koska sitä käytetään vain koristepuuna (Kunneman & Albers 1991, 154). Metsälehmusta ja muita lehmuksia on kuitenkin saatu mikrolisättyä sekä Suomessa että muualla maailmassa. Mikrolisäys on kallista, koska se vaatii laboratorion ja välineet, mutta se on parhaimmillaan hyvin tehokas lisäysmenetelmä. Kun hyvä mikrolisäystapa löydetään, voidaan puita lisätä taloudellisesti kannattavasti (Kunneman & Albers 1991, 162).



## 2.4 Käyttö

Metsälehmus menestyy viljeltynä luontaisen esiintymisalueensa pohjoispuolellakin. Metsäpuuna sitä voi viljellä suunnilleen Pietarsaari–Kuopio–Tohmajärvi-linjalle saakka, ja puistopuuna se menestyy vielä Oulu–Lieksa-linjalla. Sen pohjoispuolella metsälehmus kasvaa hitaasti ja jää pienikokoiseksi, mutta suojaisilla paikoilla sen kasvatus onnistuu. (Ollinmaa 1952, 26.) Metsälehmusta on kasvatettu jopa Rovaniemellä, mahdollisesti pohjoisempanakin (Ruotsalainen 1992).

### 2.4.1 Arvostus

Metsätaloudessa metsälehmusta on pidetty roskapuuna (Kellomäki ym. 2000, 62–63). Viheralan ammattilaiset ja harrastajat kuitenkin arvostavat metsälehmusta. Kun Dendrologian seura päätti vuonna 1977 ensimmäistä kertaa valita vuoden puun, metsälehmus sai tämän kunnian. Valinta oli yksimielinen, ja perusteena oli halu kiinnittää huomiota kauniin kotimaisen puun käyttökelpoisuuteen istutuksissa ja sen säilyttämiseen luonnossa. (Hämet-Ahti 1977.) Rainion (1977b, 69) mukaan Dendrologian seura halusi kaltoin kohdellun lehmuksen saavan osakseen sitä ymmärtämystä ja arvontoa, joka sille perisuomalaisena metsäpuulajina kuuluu. Metsälehmus valittiin vuoden puuksi uudestaan vuonna 2003 (Kiuru 2003).

Lehmuksen todellinen vaikuttavuus tulee esiin vasta vanhana, mutta nuori metsikkökin voi olla upea kokemus. Rainio (1977b, 68) kertoo Ruissalossa olevasta puhtaasta lehmusmetsästä:

Niinistö on ihastuttava keväällä kun silmut ovat puhkeamassa ja valo lankeaa mosaiikkimaisena elävöittäen menneen vuoden kuolleet lehdet. Myöhemmin varjojen tiheessä kielojen tuoksu täyttää holviston. Sydänkesän lehmusto on tyyni ja hämyisä, harmaanruskeitten runkojen pilaristo. Syksyn värit ovat keltaisia, kauneimmillaan ehkä silloin, kun kullankeltaisten lehtien kokolattiamatto juuri on peittänyt maan. Talviaspektillakin on oma viehätöksensä.

Taiteilija voi saada innoituksensa metsälehmuksesta. Kiurun (1995) mukaan kulttuurimaisemia ja metsiä kuvaava taidemaalari Jorma Helenius arvostaa metsälehmusta aiheena. Ikivanhoilla metsälehmuksilla on hänen mukaansa elämää nähnyt ilme. Luonnon antimia arvostavalle puolestaan teeainesten keruukin on tunteellinen kokemus (Relve 1997, 103):

Kukkien nyppiminen on hupaisaa puuhaa. Seisot puun latvassa vahvojen oksanhaarojen välissä. Ympäriä kuuluu hyönteisten siipien surinaa. Kaikkiällä, mihin katsotkin, loistaa pikkuisia kukkatahtiä. Nyhdät vastahakoisia tähtösiä siipineen yksitellen versoista ja pistät ne kaulassa riippuvaan pussiin.

Jopa professori, kasvifysiologian tohtori Michael Dirr (2009, 1148) kuvaillee metsälehmusta tunteikkaasti. Koristepuita käsittelevässä liki 1500-sivuisessa teoksessaan hän kesken tuntomerkkien luettelemisen kertoo samalla tieteellisen lyhyellä tyylillä, kuinka hyvä muisto hänellä on eräästä lokakuusta 25 vuotta aikaisemmin. Hän oli ollut hölkkäämässä, ja syysasuiset kirkkaankeltaiset metsälehmukset olivat katselleet hänen menoaan.

### 2.4.2 Metsälehmus koristepuuna

Metsälehmus on jalopuista arvokkain koristepuu (Kuva 5). Hyvästä lisäyslähteestä saatu metsälehmus on komearunkoinen ja kaunismuotoinen, ja sillä on kauniin vihreä lehdistö. (Tigerstedt & Uosukainen 1982.) Dirr (2009, 1148) suosittelee sitä käytettäväksi missä tahansa tarvitaan todella laadukasta puuta. Lehmukset ovat isoja puita, ja sopivat siis puistoihin ja isoihin pihoihin. Vanhoissa puistoissa metsälehmusta on yleisesti, mutta sittemmin puistolehmusta on alettu käyttää enemmän. Metsälehmus sopisi kuitenkin paremmin suomalaiseen maisemaan kuin puisto- ja muut lehmukset. Varsinkaan maaseudulla muita lehmuksia ei pitäisi käyttää. (Alanko 1999; Kiuru 1995.) Ongelmana on metsälehmuksen taimien huono saatavuus. Runsaat parikymmentä vuotta sitten Metsänjalostussäätiöllä oli hetken aikaa metsälehmuksen lisäyskokeilu, ja silloin taimia oli saatavilla. Viime vuosina Metsäntutkimuslaitos on tuottanut rajoitetusti taimia, ja niitä saa myös joiltakin kaupallisilta taimistoilta. (Raisio, sähköpostiviesti 17.2.2011.)



Kuva 5 Lehmus on kookas ja komea puu.

Ainakin 1980-luvulla lehmus oli varsin harvinainen pihapuuna. Raatikaisen (1993) tutkimuksessa vain 0,8 %:ssa sellaisista pihoihin, joilla kasvoi puita, oli vähintään yksi lehmus. Julkisten rakennusten pihoihin lehmus oli harvinaisempi kuin yksityispihoihin. Tutkimuksessa olivat metsälehmuksen lisäksi mukana muutkin lehmuslajit.

Lehmuksia käytetään paljon katualueilla, koska ne kestävät melko hyvin saasteita, sitovat hiukkasia ja vaimentavat melua. Ne sietävät myös tuulta ja maantäyttöä. Ne ovat kuitenkin arkoja tiesuolalle, ja niissä viihtyvät kirvat erittävät mesikastetta, joka tahraa puiden ympäristöä. Esimerkiksi puistonpenkit kannattaa sijoittaa kauemmas lehmuksista. Lehmuksilla on vahva ja tiheä juuristo, joka kulkee maanpinnan lähellä. Sen vuoksi lehmuksen voi siirtää melko suurenakin. Nuorena lehmuksella voi olla paalujuuri. (Räty 2006, 129–130.) Vanhan puun juuristo vaatii niin suuren tilan, että kasvupaikan pitää olla sopiva (Kiuru 1995).

Helsingin kaupunki on jo pitkään suosinut erilaisia lehmuksia katupuina. Viime aikoina on alettu etsiä myös muita vaihtoehtoja, ja toisaalta on pyritty käyttämään enemmän myös metsälehmusta ja isolehtilehmusta puistolehmuksen rinnalla. Puistopuina kotimaisten jalopuiden käyttöä pyritään yleensäkin lisäämään. Vuosina 2000–2005 Helsingin kaupunki istutti 451 metsälehmusta, mutta puistolehmuksia moninkertaisesti eli 2036 kappaletta. Metsälehmus on kuitenkin ollut mukana Helsingin puistopuulajistossa jo pitkään. Sitä on käytetty istutuksissa läpi koko 1900-luvun vuosikymmenet. 1800-luvulla Venäjän vallan aikana sitä ei puistolehmuksen ohella juuri käytetty. (Tegel 2010.) Nyt halutaan pitää yllä metsälehmuksen luontaisia kantoja ja niiden helsinkiläistä perimää (Raisio, sähköpostiviesti 17.2.2011).

Puistolehmus sietää leikkausta ja sitä voi käyttää leikattuna pensasaitana. Metsälehmustakin on käytetty aitana ainakin muualla Euroopassa. (Alanko 1999, 177; Dirr 2009, 1148; Palmstierna & Johanson 2006.) Sen oksat sopivat sekä leikkovihreäksi että kukkivina maljakkoon (Tigerstedt & Uosukainen 1982). Lehmuksista on hyötyä myös maanparantajana. Sen lehdet ovat ravinteisia ja ne maatuvat helposti hyväksi metsämullaksi. (Cajander 1917, 534; Kiuru 2003.) Siinä missä kuusi hapattaa maaperää ja edistää soistumista, lehmus ja muut jalopuut pitävät maan ravinteikkaana sekä estävät soistumista ja kuusen leviämistä (Rainio 1977a, 12–13).

Metsälehmuksen hidas kehitys on sekä haaste että etu. Lehmus on lehtipuistamme tammen jälkeen pitkäikäisin. Se saavuttaa lopullisen kokonsa vasta yli 100-vuotiaana, joten sen suurinta maisemallista arvoa joudutaan odottamaan kauan. Toisaalta metsälehmus säilyy elinvoimaisena useiden sukupolvien ajan, mikä on suuri etu piholla ja puistoissa. (Kiuru 1995.) Metsälehmuksen ja muiden jalopuiden käyttö metsäpuuna toisi merkittävää vaihtelua kuusivaltaiseen maisemaan. Suosimalla lehmusta sen luontaisilla kasvupaikoilla ja istuttamalla sitä puistometsiksi saisimme palautettua Suomen luonnon alkuperäistä rikkautta. (Rainio 1977b, 68–69.)

Metsälehmuksesta on olemassa joitakin pienikokoisempia lajikkeita. 'Erecta' on kujannepuuksi sopiva kapeakasvuinen lajike. KESKAS-tutkimuksessa Hämeenlinnasta löytyi samanlainen metsälehmus, mutta ei ole varmaa, onko kyseessä sama lajike. (Alanko 1999.) 'Greenspire' on pystyoksainen lajike, joka sopii ahtaillekin katualueille (Räty 2006, 130).

### 2.4.3 Jalopuumetsän maisemanhoito

Jalopuut ovat tyypillisesti hyvin erinäköisiä sen mukaan, kasvavatko ne avoimella vai latvuskerrokseltaan sulkeutuneella paikalla. Varjoisassa metsässä rungot kasvavat usein vinosti kohti valoa ja latvus kehittyä epäsymmetrisiksi. Harvemmassa metsässä oksaton runko muodostuu pitkäksi ja suoraksi. Avoimella paikalla jalopuilla on leveämpi latvus, ja rungoissa on alaoksia. Lehmus kasvattaa tiheässäkin metsässä symmetrisen, ylöspäin suippenevan latvuksen. Jopa monirunkoiset tai lähekkäin kasvaneet lehmukset muodostavat yhdessä symmetrisen latvuksen. Jos haluaa kasvattaa maamerkiksi yksittäisen, komean puun, jolla on oksia alhaallakin, sille täytyy antaa tarpeeksi tilaa. Tammi ja saarni vaativat etelän ja lännen puolelle tilaa kaksi kolmasosaa pääpuuston runkomitasta, idän ja pohjoisen puolelle kolmasosan verran. Lehmukselle riittää puolet näistä mitoista. (Rihtniemi-Rauh 1996, 23, 26.) Monihaaraista pensasmaista lehmusta voi ohjata kasvamaan yksirunkoiseksi puuksi leikkaamalla. Lehmus sietää elävienkin oksien karsimista. Puun kehitys nopeutuu, kun tyvivesat, kilpalatvat ja turhat alaokset poistetaan vuosittain. (Kiuru 1996, 68.)

Kun jalopuumetsää hoidetaan niin, että se sopii virkistyskäyttöön, on tärkeää luoda vaihtelevia tilakokonaisuuksia, jottei metsä ole yksitoikkoinen. Tilan katto luodaan latvuskerroksen tiheyttä ja korkeutta säätelemällä ja seinät alikasvoksella. Pilaritila muodostuu metsään, jossa ei ole alikasvosta. Puustonalainen huonetila on pilaritilaa, jota ympäröi alikasvos. Lehväkäytävässä alikasvos on lähellä kulkijaa ja sen oksisto muodostaa matalan katon kulkijan yläpuolelle. Tiheikkö on ahdas tila, jossa kasvillisuutta on välittömästi kulkijan ympärillä. Väliiverhot ovat kulkijan tasossa olevia tilaa rajaavia kasvustoja. Niitä voi muodostaa metsää harvennettaessa jättämällä alikasvosta vaihteleviksi saarekkeiksi. Lehtipuista muodostuva väliiverho ohjaa talvella vain kulkua, mutta ei aiheuta näkymäestettä. Saarekkeina oleva alikasvos saa tasatiheää pensaikkaa enemmän valoa, joten se pääsee kehittymään parhaimmilleen. Myös syysväritys on tällöin kulkijan tasossa parempi. Metsään voi jättää laajojakin alikasvosalueita, jolloin niihin voi avata lehväkäytäviä ja -halleja sekä näkymiä. (Rihtniemi-Rauh 1996, 24–26.)

Tammen runko pysyy oksattomana vain jos sillä on ympärillään alikasvosta. Lehmus, vuorijalava, saarni ja vaahtera eivät alikasvosta tarvitse niin kauan kuin ne kasvavat tiheässä ja latvuskerros on sulkeutunut. Niiden alle muodostuu siis pilaritila. Pääpuustoa harvennettaessa alempiin kerroksiin pääsee lisää valoa, ja esimerkiksi alikasvoksena kasvava pihlaja saattaa alkaa kukkia. Liiallinen valon lisääntyminen saa tammen ja lehmuksen tuottamaan vesioksia. (Rihtniemi-Rauh 1996, 26.)

Jalopuumetsän rakenteesta tulee hyvin rikas, kun kasvatetaan yhtä aikaa kaikenikäisiä ja erilaisia puita, paikoin myös alikasvoksena kuusta. Metsämaisemaan saadaan vaihtelua, kun hoitotöissä otetaan huomioon metsäkuvaltaan erilaiset alueet. Maiseman ei tulisi muodostua sattumanvaraisesti hakkuiden sivutuotteena, vaan maisemalliset arvot pidetään mielessä hoitoa suunniteltaessa. Pienikin alue, jossa on vanhaa puustoa ja kaatuneita runkoja, lisää toisaalta maiseman vaihtelua, toisaalta luonnon monimuotoisuutta. Hoitamattomuus ei välttämättä tuota ”luonnollisen” kaltaista ja-

lopuumetsää, vaan lisää vain kuusettumista ja ryteikköisyyttä. Metsän ei kuitenkaan tarvitse olla myöskään liian puustomainen. (Rihtniemi-Rauh 1996, 26, 29.)

#### 2.4.4 Puuaines

Lehmuksen puuaines on hyvin hienojakoista, eivätkä sen vuosilustot ja ydinsäteet erotu hyvin. Myös pintapuu ja sydänpuu ovat hyvin samanväriset. Väriltään puuaines on hyvin vaaleaa, lähes valkoista, vanhemmilla puilla kellertävää, punertavanvalkoista tai vaaleanruskehtavaa. Se tummuu ilman ja valon vaikutuksesta. Se kuivuu nopeasti eikä halkeile helposti, mutta kutistuu voimakkaasti eikä ole kovin kestävä. Puuaines on pehmeää ja sitä on helppo vuolla. Siitä on valmistettu muun muassa huonekaluja, puu-upotuksia, veistoksia, viivoittimia, halpoja lyijykyniä, sikarilaatikoita, hevosen luokkeja ja purjelentokoneiden osia. Rakennuspuuksi se ei sovi, ja sen lämpöarvo on alhainen. Lehmukselta on tehty myös paperia, ja se on kuusesta tehtyä vaaleampaa. Lehmushiilestä on tehty piirustushiiliä ja metsästysruutia. Lehmuksen puuainesta on pidetty pyhänä, ja siitä on tehty keskiajalla pyhäinkuvia ja alttarikaappeja. (Relve 1997, 100; Salmi 1987, 178, 181–183.)

#### 2.4.5 Ravinto- ja rohdoskäyttö

Lehmuksen kukista haudutettua teetä on käytetty sekä juomana että rohdoksena. Kukinnot poimitaan kokonaisina kukkaperineen ja tukilehtineen heti kukinnan alussa. Ne kuivataan varjoisessa, lämpimässä ja vetoisessa paikassa kolmasosaan alkuperäisestä painostaan. Lehmuksenkukkatee vaikuttaa hiostavasti, ja sitä on käytetty rohtona vilustumiseen, influenssaan, yskään, kurkkutauteihin ja jopa reumaan. Sen sanotaan myös rauhoittavan ja laukaisevan kouristuksia. Ulkoisesti sitä on käytetty ihon puhdistukseen. Rohtokäyttönsä vuoksi sitä ei suositella päivittäiseksi juomaksi; sen on sanottu vaikuttavan haitallisesti sydämeen. (Rautavaara 1981, 71; Vainio 1999, 495.) Lehmuksen kuoren sanotaan edistävän sapen eritystä, estävän tulehduksia, laukaisevan kouristuksia ja laajentavan verisuonia (Suomen terveystieteet 1983, 160). Antiikin roomalaiset uskoivat niiniseppelen suojaavan ruokamyrkytykseltä (Salmi 1987, 178).

Kukkien sijasta teeksi suositellaan käytettävän lehmuksen lehtiä. Ne kerätään alkukesällä juuri kun ne ovat kasvaneet täyteen kokoonsa. Lehdet kannattaa hiostaa ja kuivata yhdessä muiden teenkorvikkeiden kanssa. Lehmuksen hedelmistä puolestaan saa öljyä, joka sopii ruokaöljyn tavoin paistamiseen, leipomiseen ja salaatteihin. (Rautavaara 1981, 71.)

Mehiläishoitajat pitävät lehmushunajaa erittäin arvokkaana (Relve 1997, 99). Kukut tuottavat runsaasti mettä, mutta joidenkin kantojen meden arvellaan olevan mehiläisille myrkyllistä. Toisen teorian mukaan mesi saattaa käydä alkoholiksi, ja mehiläiset putoavat siksi humaltuneina maahan. (Alanko 1999, 178.) Voi myös olla, että mehiläisten myrkytystapaukset johtuvat kirvojen mesikasteesta (Rautavaara 1981, 72).

## 2.5 Suojelu

Luonnonsuojelulain ja -asetuksen mukaan luonnontilaisia tai luonnontilaiseen verrattavia jalopuumetsiköitä ei saa muuttaa niin, että luontotyypin säilyminen vaarantuu. Tässä tarkoitetaan luontaisesti syntyneitä metsiköitä, joissa kasvaa runkomaisia jalopuita vähintään 20 kappaletta hehtaarilla. Puu katsotaan runkomaiseksi, jos sen läpimitta 1,3 metrin korkeudella on tammella vähintään 20 cm, muilla jalopuilla vähintään 7 cm. (LSL 29.1, 1 §; LSA 10.2, 1 §). Myös avointa maisemaa hallitsevat suuret yksittäiset puut ja enintään viiden puun ryhmät ovat suojeltuja. Puiden tulee olla järeitä ja iäkkäitä. Usein ne ovat monihaaraisia ja laajalatuksisia. Lehmus kuuluu niihin puihin, joiden paksuuden tulee olla 1,3 metrin korkeudella vähintään 40 cm. (LSL 29.1, 9 §; LSA 10.2, 9 §).

Metsälaki määrää, että metsiä tulee hoitaa ja käyttää niin, että monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt turvataan. Lehmuksen kannalta olennaisia suojeltavia elinympäristöjä ovat purojen lähiympäristöt, lehtokorvet, rehevät lehtolaikut, rotkot ja kurut sekä jyrkänteet ja niiden alusmetsät. Jos tällainen elinympäristö on luonnontilainen tai luonnontilaisen kaltainen, sillä tehtävien toimenpiteiden tulee säilyttää alueen ominaispiirteet. (MetsäL 10 §.) Rehevä lehtolaikku voidaan määritellä esimerkiksi niin, että sen metsätyyppi on vähintään käenkaali-oravanmarjatyypin (OMaT) (Kellomäki ym. 2000, 76). Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä (1234/2010, 17 §) tarkentaa metsälakia siten, että elinympäristöjä pidetään erityisen tärkeinä vain, jos ne erottuvat ympäristöstään omalaatuoisella kasvillisuudellaan. Tällaisella alueella saa esimerkiksi tehdä varovaisia hakkuita, kaataa yksittäisiä puita, istuttaa puita ja kylvää siemeniä. Toimenpiteet eivät saa vahingoittaa elinympäristön ominaispiirteitä.

Virroilla lehmuskartoituksen yhteydessä pystytettiin maastoon kaikkien löydettyjen 104 lehmusesiintymän viereen merkkipaalu, jossa lehmukset kehoitetaan säilyttämään. Samalla arvioitiin lakien suojeluvaatimukset ja esiintymien hoitotarve. Virroilla tulkittiin olevan 30 luonnonsuojelu- ja metsälain mukaan suojeltavaa lehmusesiintymää. Muiden esiintymien suojelu on maanomistajien tahdon varassa, mutta metsälehmus on siellä ollut tähänkin asti heille ylpeyden aihe, joten lehmus varmasti säilyy Virtain metsäluonnossa vastedeskin. Hoitoa vaativissa esiintymissä varjostavien puiden, esimerkiksi kuusten poisto oli selvästi tärkein toimenpide. Koeharvennusten perusteella kuusikkoa kannattaa vähentää kahdessa vaiheessa. Osa puista jätetään nuorille lehmuksille tukipuiksi, ja loput kasvua haittaavat puut poistetaan vähitellen kymmenen vuoden aikana. (Kellomäki ym. 2000, 64–66, 72, 78.)

## 2.6 Tuholaiset ja taudit

Lehmukset eivät ole nisäkkäiden mieliruokaa. Yksi syy tähän on todennäköisesti kaarnan sisältämät niinisyyt, jotka ovat kuolleita, pitkiä ja säemäisiä soluja, joita on kimppuina varren nilaosassa. Niiden soluseinä on hyvin paksu, ja ne antavat puulle tukea. Niinisyiden takia kuorta on vaikea pureskella ja siinä on vähän ravintoaineita. Voi olla, että niini on kehitty-

nyt nimenomaan puolustusmekanismiksi eläimiä vastaan. (Rainio 1977a, 8; Tegelberg 2008.) Myyrät ja jänikset saattavat maistella lehmusta, mutta jättävät sen syömättä. Hirvieläimet voivat aiheuttaa jonkin verran tuhoja metsässä. Ne voivat myös hangata sarvillaan kuorta rikki. (Kiuru 1995; Söyrinki 1985, 35; Väre & Kiuru 2006, 154.)

Lehmuskirvat (*Eucallipterus tiliae*) erittävät lehtiä syödessään mesikastetta. Lisäksi nokihärmä värjää mesikasteen usein mustaksi. Lehmus ei kuitenkaan juuri kärsi kirvojen ruokailusta. Metsälehmuksessa kirvoja esiintyy vähemmän kuin puisto- ja isolehtilehmuksessa, mutta runsaina kirvakessinä niille kelpaa melkein mikä lehmus tahansa. Kirvoja on enemmän myös kuivuudesta kärsivissä tai muuten huonokuntoisissa puissa. (Annila & Kurkela 1996, 86; Raatikainen 1993, 183–184; Rätty 2006, 129–130.)

Äkämäpunkit (*Eriophyes tiliae*) aiheuttavat punaisia äkämiä lehmuksen lehtiin (Annila & Kurkela 1996, 86; Lampolahti 1995). Hallamittarin (*Operophtera brumata*) toukat syövät joskus lehtiin reikiä, mutta puu toipuu hyvin (Väre & Kiuru 2006, 154). Etenkin Etelä-Suomessa esiintyvä uusi tulokas on sahapistiäisiin kuuluva lehmusetanainen (*Caliroa annulipes*), jonka toukat syövät lehtien yläpinnan niin, että latvus ruskettuu. Se viihtyy parhaiten metsälehmuksessa. Sitä voi torjua ruiskuttamalla malationilla tai dimetooatilla heti ensimmäisten toukkien ilmaannuttua. Luonnollisia vihollisia lehmusetanaisella ei ole. (Rätty 2006, 129.)

Liian määrällä paikalla kasvaessaan lehmus altistuu helposti lehtipuunkorolle, joka tappaa puun jälsikerroksen. Taudin aiheuttaa sieni (*Nectria* spp.), jolla on pullomaiset, noin 0,3 mm leveät punaiset itiöemät. Sieni tarttuu todennäköisesti haavoihin ja pakkasvioletuksiin. Runkoon ja oksanhankoihin syntyy kuorettomia koroja, joista alkaa pahoja lahovikoja. Lehmuksen lisäksi lehtipuunkoroa tavataan saarnella. (Annila & Kurkela 1996, 83; Kiuru 2003.)

*Stigmina compacta* -sieni voi ilmeisesti tappaa lehmuksen ohuita oksia. Tautia ei kuitenkaan ole tutkittu tarkemmin. *Gnomonia errabunda* -sieni leviää lehtikarikkeesta lehmuksen lehdille ja aiheuttaa epäsäännöllisiä ruskeita laikkuja. Tämä lehtilaikkutauti on Etelä-Suomessa yleinen mutta tavallisesti harmiton. Joskus kuitenkin tauti on aiheuttanut miltei täydellisen lehtikadon. (Annila & Kurkela 1996, 86.) Kääpien itiöemiä lehmuksissa on harvoin. Yleisin lahottaja on kantokääpä (*Fomitopsis pinicola*), mutta se lahottaa puuta hitaasti. Lattakäävän (*Ganoderma lipsiense*) itiöemien näkyminen kertoo yleensä, että laho on edennyt pintaan saakka ja runko on vaarassa murtua. (Kiuru 2003; Väre & Kiuru 2006, 155.)

Ainakin Keski-Euroopassa yleinen vaiva on lehtien putoaminen kesken kasvukauden. Sitä tapahtuu useimmiten katuistutuksissa lähellä rakennuksia. Arvellaan, että lehtien lämpötila nousee liikaa, kun rakennuksista säteilee lämpöä. (Kunneman & Albers 1991, 152.)

## 2.7 Lehmus kansanperinteessä

Euroopan vanhoissa kulttuureissa lehmus on ollut naisellinen puu. Skandinaavisessa mytologiassa lehmus oli pyhitetty hedelmällisyyden jumalatar Freijalle, kreikkalaiset pyhittivät sen rakkauden ja kauneuden jumalatar Afroditelle. Lehmuksen miehisenä vastineena on tammi. (Relve 1997, 102.) Kreikkalaisessa mytologiassa Filemon ja Baukis olivat iäkäs ja köyhä aviopari, jotka kestivät naamioitunutta Zeusta ja Hermestä, joille rikkaat eivät olleet tarjonneet mitään. Jumalat upottivat rangaistukseksi seudun tulvaan, mutta muuttivat pariskunnan mökin temppeliksi ja asettivat heidät sen papeiksi. Filemon ja Baukis toivoivat päiviensä päättyessä kuolevansa samanaikaisesti, ja kun niin tapahtui, jumalat muuttivat heidät tammeksi ja lehmukseksi, joiden latvukset kasvoivat yhteen. (Salmi 1987, 177.) Kreikkalaisten Kronos-jumala puolestaan muutti itsensä oriksi ja vietti nymfi Filyran. Nymfi synnytti kentauri Kheironin ja pyysi häpeillen jumalilta, että voisi muuttua puuksi. Hänestä tuli lehmus, joka on muinaiskreikaksi filyrä. (Lewington & Parker 1999, 96–98.)

Saksassa lehmuksia on kunnioitettu. Kylän keskellä oli kylälehmus, jonka alla pidettiin kokouksia ja juhlia, vietettiin häitä ja solmittiin sopimuksia. Päätökset vahvistettiin koputtamalla puun runkoa kolmasti. Lehmuksen alla kokoontui myös tuomioistuin, ja hirsipuunakin sitä käytettiin. Ranskassa, Saksassa ja Sveitsissä lehmuksia on istutettu keskiajalta lähtien sota-voittojen kunniaksi sekä rauhan ja vapauden symboleiksi. Virossa lehmusta on pidetty tammen ja männyn ohella pyhänä puuna. Pyhien lehmusten tiedettiin parantavan sairauksia. Suomessa pyhinä puina on pidetty kuusta, mäntyä ja koivua, mutta pyhiä lehmuksiakin tiedetään olleen. Sanonta ”olla puilla paljailla” saattaa perustua lehmukseen. Niintä otettiin niin paljon, että metsässä kaikki lehmukset revittiin kuoresta paljiksi. (Relve 1997, 101–102.)

Saksalaisten Nibelungein laulu -eepoksessa Siegfried yritti tulla haavoittumattomaksi kylpemällä lohikäärmeen veressä, mutta lehmuksen lehden peittämä osa hänen vartalostaan jäi haavoittuvaksi. Skandinaviassa lohikäärme Fafnir eli 90 vuotta maan sisällä, 90 vuotta autiomaassa ja 90 vuotta lehmuksessa. Lehmuksessa on uskottu asuvan haltijoita, jotka ranskaisevat, jos puu kaadetaan tai siitä edes katkaistaan oksa tai lehti. Aurin gonlaskun jälkeen lehmuksen luona ei ollut turvallista. Lehmuksen on kuitenkin uskottu myös suojelevan pahoilta hengiltä ja salamaniskuilta, ja kestävimmit rakkaussuhteet on solmittu lehmuksen alla. Keskiajan runoilijoille lehmus edustikin rakkautta, ja Ranskassa sitä pidetään rakkauden ja ystävyyden symbolina. (Lewington & Parker 1999, 98; Salmi 1987, 178; Suomen terveiskasvit 1983, 160.)



## 2.8 Lehmuksen nimet

Lehmuksen puuaines on helposti työstettävää, ja sana lehmus onkin mahdollisesti alkuaan tarkoittanut pehmeää (Suomen sanojen alkuperä 1995, s.v. lehmus). Virossa vastaava sana tarkoittaa nuorta lehmusta, josta ei vielä saa niintä (Suomen kielen etymologinen sanakirja II 1976, s.v. lehmus). Hertzin (1925, 80) mukaan Toivonen (1915) katsoi lehmus-sanana olevan aidas- ja tervas-tyyppinen johdos mahdollisesta aikaisemmasta, niintä tarkoittaneesta lehmus-sanasta.

Sana venni/vennä tarkoittaa sekä niintä että lehmusta, mutta jälkimmäisessä merkityksessä tavallisempi on esimerkiksi vennäpuu. Venäjällä niintä käytettiin paljon ja sitä tuotiin Suomeenkin. On mahdollista, että vennäsanalla on yhteys Venäjän nimeen, mutta kyseessä voi olla myös sattuma. (Suomen kielen etymologinen sanakirja VI 1978, s.v. venni.)

Murresana perna/pernä/pärnä tarkoittaa lehmuksen lisäksi myös jalavaa. Tästä sanasta on arveltu tulleen paikannimet Perniö, Pernaja ja Pärnu, mutta muutkin alkuperät ovat mahdollisia. (Suomen sanojen alkuperä 1995, s.v. pärnä.) Muita lehmusta tarkoittavia sanoja ovat lintti, liippo ja rokoskapuu (Aaltonen n.d.).

Suvun tieteellinen nimi *Tilia* tulee latinan lehmusta tarkoittavasta sanasta *tilia*. Sen on ajateltu olevan samaa kantaa kuin kreikan *kuitua* tarkoittava sana *tílos* tai siipeä tarkoittava sana *ptílon* (Corneliuson 1997, s.v. *Tilia*; Relve 1997, 97). Kielitieteilijöiden mukaan se tulee indoeurooppalaisen kantakielen rekonstruoidusta sanasta *\*ptelejā*, joka oli ehkä jalavasta käytetty nimi. Sen sananmukainen merkitys oli mahdollisesti leveälehtinen tai leveäöksäinen. (Pokorny 1952, s.v. *ptelejā*.) Lajiosa *cordata* tarkoittaa latinassa sydämen muotoista.

### 3 MIKROLISÄYS

Mikrolisäyksessä kasvin silmuja, versonpätkiä tai solukkoa kasvatetaan kasvatusalustalla, jossa on ravinteita, vitamiineja ja sokeria. Kasvimateriaalista riippuen alusta voi olla nestemäinen tai se voidaan hyytelöidä agarilla. Alustaan lisätään myös kasvunsäätteitä. Ennen alustalle panoa aloituspalat steriloidaan bakteeri-, sieni- ja muiden infektioiden vähentämiseksi. Infektoitunutta kasvimateriaalia ei voi ottaa lisäykseen, vaikka se olisi elossa. Aloituspalojen käsittely tapahtuu steriileissä olosuhteissa laminaarivirtauskaapissa, jossa jatkuva ilmavirta pitää epäpuhtaudet poissa kaapista. (George, Hall & De Klerk 2008, 1–3.)

Mikrolisäyksessä on kolme vaihetta: Aloitusvaiheessa aloituspala steriloidaan ja sen kasvu pannaan alulle kasvunsäätteiden avulla. Monistusvaiheessa kasvunsäätteiden pitoisuus on yleensä pienempi ja tarkoituksena on saada mikroverso kasvamaan ja tuottamaan haaroja, jotka voidaan irrottaa ja panna uusille monistusaloille. Kun kasvia on lisätty tarpeeksi, seuraa juurrutusvaihe, jossa eri kasvunsäätteet saavat versot kasvattamaan juuria. Tämän jälkeen verso voidaan pikku hiljaa totuttaa kasvamaan normaaleissa olosuhteissa. (George ym. 2008, 31–34.)

Useimmilla kasveilla paras aika kerätä mikrolisäykseen tulevat silmut on aktiivisen kasvun aika keväällä ja alkukesällä. Lepotilaiset silmut infektoituvat herkemmin kuin kasvuun lähteneet silmut. Lehmuksilla mikrobeja voi olla silmujen sisäosissakin. Lepotilaiset silmut kestävät kuitenkin paremmin sterilointia. Hyödetyissä versoissa on vähän infektiota aiheuttavia mikrobeja. Versot voivat lähteä kasvuun jopa paremmin kuin keväällä kerätyt silmut. Jos oksan upottaa 15 minuutiksi 0,78-prosenttiseen natriumhypokloriittiliuokseen ennen hyötöä, silmut aukeavat nopeammin. (George ym. 2008, 414–415.)

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin metsälehmuksen mikrolisäyksen aloitusvaihe. Viljelmän aloituksessa käytettiin helsinkiläisen metsälehmuksen lepotilaisia hanka- ja kärkisilmuja. Puuyksilön valinnassa perusteena oli lähinnä keruun helppous, sillä metsälehmusesiintymät katsottiin olosuhteiltaan yhdenvertaisiksi (Raisio, sähköpostiviesti 17.2.2011). Silmut kerättiin tyvivesojen uusimmasta vuosikasvusta, koska varsinkin puuvartisilla kasveilla nuoret kasvinosat ovat mikrolisäykseen parempia kuin vanhat (George ym. 2008, 404–405). Viljely toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön mikrolisäyslaboratoriossa.

Silmuja kerättiin kahdella kerralla. 28.10. kerättyjen oksien silmut preproiitiin, steriloiitiin ja pantiin kasvatusalustoille sellaisenaan viikon sisällä keräyksestä. 10.11. kerätyt oksat jätettiin huoneenlämpöön ikkunalla olevaan maljakkoon hyötymään ilman hypokloriittikäsittelyä (Kuva 6). Kun silmuista kasvoi 7–10 viikon aikana versoja, nämä steriloiitiin ja pantiin kasvatusalustoille. Silmuista saatiin 62 ja hyödetyistä versoista 8 aloitusta.



Kuva 6 Hyödetty metsälehmuksen oksa.

### 3.1 Sterilointimenetelmän valinta

Ennen opinnäytetyöhön tulevien silmujen käsittelyä kokeiltiin neljää sterilointimenetelmää. Kasvimateriaalina käytettiin Hattulassa kasvavan metsälehmuksen silmuja. Kaksi ensimmäistä silmueroa steriloiitiin natriumhypokloriitilla ja 94-prosenttisellä etanolilla. Hypokloriitin pitoisuudet olivat 2 % ja 1 %. Kolmas erä oli samanlainen kuin toinen, mutta siinä silmuja huuhdeltiin juoksevan hanaveden alla yhden tunnin ajan ennen sterilointia. Neljäs sterilointimenetelmä valittiin käyttöön opinnäytetyössä, ja se esitellään seuraavassa luvussa. Infektoituneiden silmujen osuudet eri menetelmiä käyttäen olivat kahden viikon jälkeen 91 %, 92 %, 100 % ja 67 %.

### 3.2 Silmujen käsittely

Silmut pestiin ensin juoksevan vesijohtoveden alla hammasharjalla, minkä jälkeen niitä sekoitettiin magneettisekoittajalla 25 minuutin ajan dekantterilasissa, jossa oli 150 ml ionivaihdettua vettä ja 5 tippaa aseptista Erisept-pesuainetta. Pesun jälkeen niitä huuhdeltiin steriilillä ionivaihdetulla vedellä yhden minuutin ajan. Silmut preparoitiin ennen sterilointia. Preparoinnissa oksat kuorittiin, silmuista poistettiin silmusuomut ja uloimmat lehdet, ja oksanpätkät katkaistiin noin 1 cm:n mittaisiksi. Silmut alkoivat erittää paksua limaa välittömästi, kun niitä leikattiin veitsellä. Preparoituja silmuja huuhdottiin siivilässä juoksevan vesijohtoveden alla yhden tunnin

ajan. Preparoidut silmut siirrettiin steriileihin olosuhteisiin laminaarivirtauskaappiin.

Silmut upotettiin 94-prosenttiseen etanoliin yhdeksi minuutiksi ja huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä. Tämän jälkeen niitä sekoitettiin magneettisekoittajalla 20 minuutin ajan dekantterilasissa, jossa oli 150 ml 1-prosenttista natriumhypokloriittiliuosta (NaOCl) ja 5 tippaa pintajännitystä alentavaa Tween 20 -pesuainetta. Steriloidut silmut huuhdeltiin upotamalla ne ionivaihdettuun veteen neljä kertaa 1, 2, 5 ja 10 minuutiksi. Viimeiseksi oksanpätkestä leikattiin vielä kummastakin päästä pala pois niin, että silmu oli kiinni enää muutaman millimetrin pituisessa puukappaleessa, jossa oli tuore imupinta. Puupala upotettiin kasvatusalustaan niin, että silmu jäi kokonaan alustan pinnan yläpuolelle.

### 3.3 Hyödettyjen versojen käsittely

Versotkin pestiin varovasti hammasharjalla ja sekoitettiin Erisept-liuoksessa. Huuhtelun jälkeen ne siirrettiin laminaarivirtauskaappiin. Versot steriloidtiin 70-prosenttisella etanolilla ja 1-prosenttisellä natriumhypokloriitilla samalla tavoin kuin silmut, mutta etanolin pienemmän pitoisuuden lisäksi niiden sterilointiaika hypokloriitissa oli vain 15 minuuttia. Huuhteluiden jälkeen versojen tyveen leikattiin uusi imupinta ja ne työnnettiin kasvatusalustaan.

### 3.4 Kasvatusalustat

Aloitusalustoina kokeiltiin kahta kasvatusalustaa: muunnettua LS-alustaa (Liite 1) ja DKW-alustaa (Liite 2). Kummallakin alustalla käytettiin kasvunsäätteenä joko bentsyyliaminopuriinia (BAP) tai zeatiinia (ZEA). Kasvunsäätteen pitoisuus oli 1 mg/l. Molemmat kasvunsäätteenä kuuluvat sytokiniinihormoneihin; zeatiini on luonnollinen ja bentsyyliaminopuriini keinotekoinen. Sytokiniinit edistävät solunjakautumista ja mahdollistavat hankasilmujen kasvamisen murtamalla apikaalidominanssin. (George ym. 2008, 205–209.)

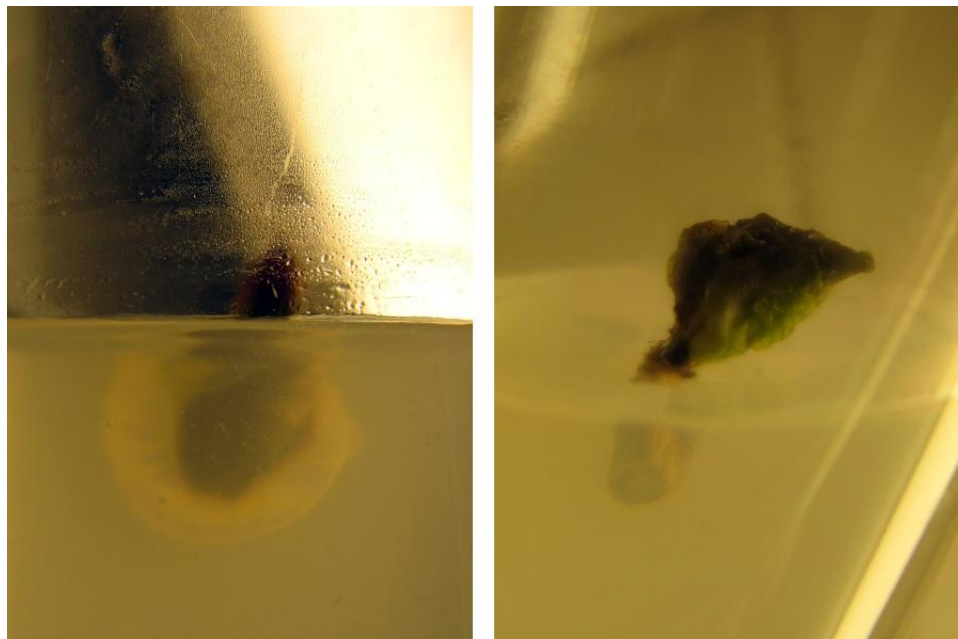
LS-alustalla on ennenkin onnistuttu metsälehmuksen mikrolisäyksessä. Alustan rautapitoisuutta nostettiin, koska sen on havaittu vähentävän silmien ruskettumista. (Salonen, Salonen & Vanhakoski 1997.) Liitteessä 1 on kerrottu muunnetun alustan pitoisuudet, alkuperäisessä LS-alustassa pitoisuudet ovat seuraavat:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  27,8 mg/l,  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  37,3 mg/l,  $\text{NaFe-EDTA}$  36,7 mg/l.

Muut lehmusten mikrolisäystutkimukset ovat käyttäneet enimmäkseen MS-alustaa (Chalupa 1984, 1987, 2003; Sarvašová & Ďurkovič 2002; Kunneman & Albers 1991) ja WPM-alustaa (Chalupa 1984, 1987; Sarvašová & Ďurkovič 2002). Kaikissa näissä viljelmissä BAP-hormonilla on saatu hyviä tuloksia. Vain yksi tutkimus (Kunneman & Albers 1991) kokeili zeatiinia, mutta siinä tutkittiin lähinnä kasvatusolosuhteita eikä kasvunsäätteen vaikutuksia tuloksiin eritellä. Japanilainen amurinlehmuksen lisäystutkimus onnistui parhaiten tässä opinnäytetyössä käytetyillä kas-

vunsäädepitoisuuksilla: aloitusalustalla BAP 1 mg/l ja monistusalustalla BAP 0,2 mg/l. Siinä kuitenkin käytettiin MS- ja IS-alustoja. (Youn, Ishii, Saito & Ohba 1989.) Lupaava sytokiniinihormoni olisi myös thidiazuron (TDZ), jota ei valitettavasti ollut saatavilla tähän opinnäytetyöhön. Chalupa (1984, 2003) sai sillä hyviä tuloksia metsälehmuksen ja isolehtilehmuksen mikrolisäyksessä, etenkin yhdessä bentsyyliaminopuriinin ja aukiini indolivoihapon (IBA) kanssa.

### 3.5 Viljelmän seuranta

Viljelmää säilytettiin kasvatushuoneessa, jossa termostaatti oli säädetty 23 °C:seen. Valoisaa aikaa oli 16 tuntia vuorokaudessa kello 1–17 välisenä aikana. Valaisimina oli Philips TL5 HE 21 W/840 -loisteputket, joiden valovirta on 1900 lumenia. Viljelmän tila tarkistettiin viikon välein, jolloin infektoituneet ja kuolleet aloituspalat otettiin pois (Kuva 7). Osa silmuista alkoi ruskettua (Kuva 7). Niistä seitsemän oli vielä osittain vihreitä, joten niistä leikattiin ruskettuneet osat pois ja ne siirrostettiin uusille samanlaisille kasvatusalustoille, mutta ne jatkoivat silti ruskettumistaan. Georgen (1996, 640) mukaan keräysajankohta vaikuttaa silmujen ruskettumiseen, mutta vaikutus on eri lajeilla erilainen. Nuoresta kasvinosasta kerättyjen aloituspalojen pitäisi ruskettua vähemmän.



Kuva 7 Infektoitunut (vas.) ja ruskettunut (oik.) silmu koeputkessa.

Kun verso oli kasvanut (Kuva 8) niin isoksi, että koeputkessa alkoi olla ahdasta, sen isoimmat lehdet leikattiin pois, sille leikattiin uusi imupinta ja verso siirrostettiin monistusalustalle. Jotkin versot olivat kasvaneet niin paljon, että ne voitiin katkaista kahdeksi versoksi. Silmuista aloitetut versot siirrostettiin samoille kasvatusalustoille, joilla ne olivat olleet aikaisemmin, mutta alustojen sytokiniinipitoisuus oli vain 0,2 mg/l. Hyödetyistä versoista saadut mikroversot siirrostettiin kaikki muunnetulle LS-alustalle, jolla oli BAP-hormonia 0,2 mg/l. Tämä johtui siitä, että silmuista saadut versot eivät kasvaneet hyvin muilla alustoilla.



Kuva 8 Silmusta (vas.) ja hyödetystä versosta (oik.) kasvaneet mikroversot.

Monistusalustoille siirrostamisen jälkeen Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön mikrolisäyslaboratorion henkilökunta jatkoi viljelmän seuraamista.

## 4 TULOKSET

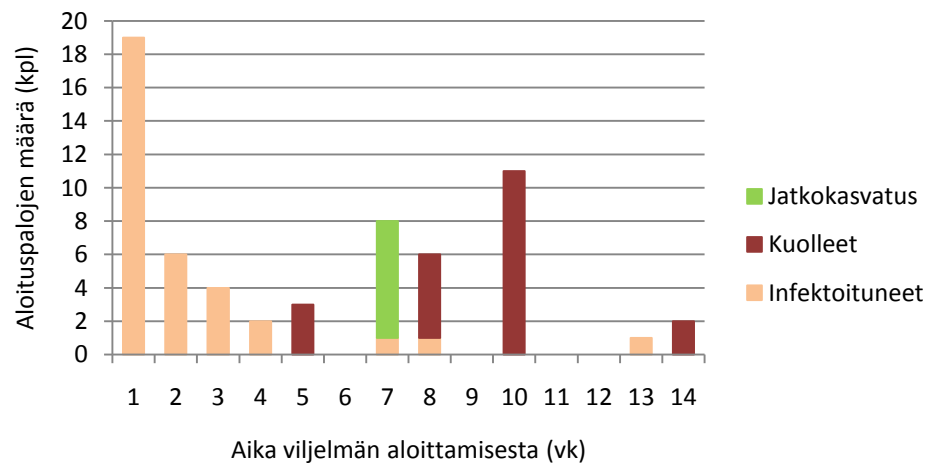
### 4.1 Silmut

Silmut (Taulukko 1) lähtivät kasvuun hitaasti. Kolmen viikon jälkeen neljä silmua oli auennut, sitä ennen havaittavissa oli vain vähäistä pullistumista. Silmut, joilla oli kokeiltu eri sterilointeja, olivat lähteneet kasvuun nopeammin. Lehmusten kasvua ei ole seurattu, joten ei ole tiedossa, johtuuko ero esimerkiksi puiden eriaikaisesta kasvuun lähdöstä keväällä (Raisio, sähköpostiviesti 17.2.2011). Suurin osa infektoitumisista tapahtui kolmen ensimmäisen viikon aikana (Kuva 9). Ainoat jatkokasvatukseen saadut versot siirrostettiin seitsemän viikkoa viljelyn aloituksen jälkeen. Sen jälkeen loput silmut joko infektoituivat tai kuolivat.

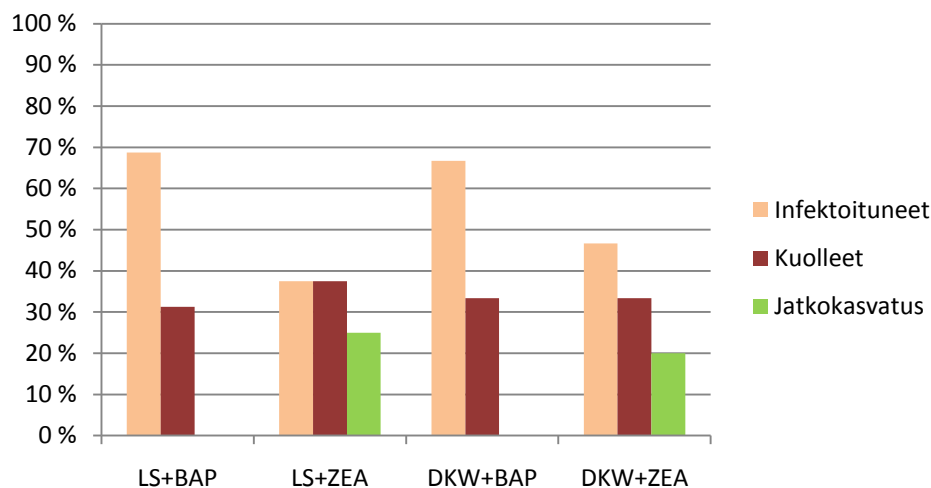
Taulukko 1 Metsälehmuksen silmuista saadut aloitukset.

Alusta	Aloituspalat, kpl	Infektoituneet, kpl	Kuolleet, kpl	Jatkokasvatus, kpl
LS+BAP	16	11	5	
LS+ZEA	16	6	6	4
DKW+BAP	15	10	5	
DKW+ZEA	15	7	5	3

Jatkokasvatukseen saadut versot olivat kasvatusalustoilla LS+ZEA ja DKW+ZEA. Yksi LS-alustalla olleista versoista saatiin jaettua kahdelle monistusalustalle, joten yhteensä monistukseen saatiin kahdeksan versoa. Kuvassa 10 näkyy kasvatusalustan vaikutus silmuihin.



Kuva 9 Suurin osa infektoista tapahtui viljelyn alussa, myöhemmin silmut ruskettuivat ja kuolivat.



Kuva 10 Kasvatusalustan vaikutus metsälehmuksen silmuista saattuihin aloituksiin.

#### 4.2 Hyödetyt versot

Hyödetyistä versoista (Taulukko 2) saatiin kaksi neljän aloituspalan erää: ensimmäinen 28.12.2010 ja toinen 20.1.2011. Versojen hyötymiseen oli siis kulunut seitsemän ja kymmenen viikkoa. Maljakossa olevat oksat jatkoivat versonmuodostusta, mutta uudet versot eivät enää ehtineet tähän opinnäytetyöhön. Hyödetyistä versoista saadut aloitukset kasvoivat nopeammin kuin silmuista saadut: ensimmäisen erän versot saatiin jatkokasvatukseen jo kolmen viikon kuluttua aloituksesta. Vain yksi aloituspala infektoitui; tämä tapahtui viikon kuluttua aloituksesta. Infektoitunut verso oli alustalla LS+ZEA. Toisen erän aloituspalojen kasvuun siirrostuskelpoisiksi meni viisi viikkoa. Näistä yksikään ei infektoitunut.

Taulukko 2 Metsälehmuksen hyödetyistä versoista saadut aloitukset.

Alusta	Aloituspalat, kpl	Infektoituneet, kpl	Kuolleet, kpl	Jatkokasvatus, kpl
LS+BAP	2			2
LS+ZEA	2	1		1
DKW+BAP	2			2
DKW+ZEA	2			1

Ensimmäisen erän kolmesta jatkokasvatukseen saadusta aloituspalasta kaksi oli kasvanut niin paljon, että kummastakin saatiin kaksi uutta versoa monistusalustalle. Nämä olivat alustoilla LS+BAP ja DKW+BAP. Toisen erän neljästä versosta kolme saatiin monistusalustalle, yksi ei ehtinyt kasvaa siirrostuskelpoiseksi. Hitaasti kasvanut verso oli alustalla DKW+ZEA. Yhteensä monistusalustoille saatiin kahdeksan versoa.



## 5 POHDINTAA

Metsälehmus on jalopuistamme vaatimattomin ja kestävin. Se sopii suomalaiseseen maisemaan paremmin kuin Keski- ja Etelä-Euroopasta tuodut puistolehmuks ja isolehtilehmus. Lehmukset ovat pitkäikäisiä ja ne muuttuvat vanhetessaan yhä komeammiksi, joten ne kaunistavat ympäristöään usean sukupolven ajan. Nykyään ei enää kaavamaisesti valita puistolehmusta viheralueita suunniteltaessa, vaan metsälehmustakin käytetään enemmän. Luonnonkasvina ja jalona lehtipuuna se sopii sekä metsiin että puistoihin. Katualueilla lehmuksia käytetään jo hyvin paljon, mutta pihoilta ja puistoissa niiden käyttöä olisi syytä lisätä. Lehmusta voi käyttää yksittäispuuna, puuryhmissä ja kujanteissa. Kukinta-aikaan lehmus levittää tuoksuaan ja koko puu surisee, kun hyönteiset etsivät mettä. Talviasuisinakin lehmukset ovat koristeellisia, kun niiden tumma runko ja moneen suuntaan sojottavat oksat piirtyvät siluettina pilvistä taivasta vasten. Oksien taipuminen alaspäin voi olla ongelma katualueilla, mutta kapeakasvuiset lajikkeet sopivat niillekin hyvin.

Julkisilla paikoilla metsälehmuksella on se hyvä ominaisuus, että se ei yleensä tuota jälkisilmupahkoja ja näin runkovesoja ei tarvitse olla koko ajan leikkaamassa. Lehmusten yhteisenä ongelmana on niiden lahoaminen vanhemmiten. Toisaalta lehmus kestää lahoa ja onttoa runkoa hyvin pitkään, mutta toisaalta viheralueiden ylläpitäjän vastuulla on kaataa puu ennen kuin siitä tulee vaarallinen. Rajanveto on hyvin vaikeaa. Apuna on erilaisia välineitä kuten mikroporat ja ultraäänitutkat, mutta nekin antavat vain osittaisen kuvan rungon sisuksista. Aukkaat suhtautuvat usein varsin voimakkaasti puiden kaatamiseen, ja mitä komeampi puuvanhus on kyseessä, sitä enemmän sen kaatamista vastustetaan. Lopulta on kuitenkin tehtävä kaatopäätös ja otettava palaute vastaan.

Ilmaston muuttuminen ja ihmisen toiminta ovat saaneet metsälehmuksen harvinaistumaan ja sen siementuoton vähenemään. Se lisääntyy hyvin kasvullisesti, ja kasvullinen lisääminen on tehokas tapa tuottaa uusia metsälehmuksia. Tämä kuitenkin vähentää suvullista uusiutumiskykyä entisestään, koska yksilöiden biologinen ikä kasvaa koko ajan. Suvullinen lisääntyminen voisi tehostua, jos eri lehmuskantoja istutettaisiin lähelle toisiaan niin, että ristipölytystä pääsisi tapahtumaan. Vähitellen metsälehmus voisi saada takaisin osan menetetyistä loistostaan.

Mikrolisäyskokeessa silmuista saaduista aloituksista suurin osa infektoitui tai kuoli, mutta osa saatiin jatkokasvatukseen monistusalustoille. Kaikki eloon jääneet silmut olivat zeatiinia sisältävällä alustalla. Bentsyyliaminopuriinia sisältävillä alustoilla lähes 70 % silmuista infektoitui ja loput kuoli. Tämän perusteella voisi sanoa, että oikealla kasvunsäätteellä on metsälehmukselle suurempi merkitys kuin kasvatusalustalla. Hyöde-tyistä versoista saatuja aloituksia oli niin vähän, että on vaikea sanoa mitään varmaa. Kuitenkin ainoa infektoitunut verso ja toisaalta verso, joka kasvoi muita hitaammin eikä ehtinyt jatkokasvatukseen opinnäytetyön aikana, olivat nimenomaan zeatiinia sisältävillä alustoilla. Ei liene mahdollista, että versot tarvitsisivat erilaisen kasvatusalustan kuin silmut. Lisäksi vaikutti siltä, että monistusalustalla mikroversot kasvoivat paremmin, jos

kasvunsäätteenä oli bentsyyliaminopuriini. Luotettavampien tulosten saamiseksi varsinkin hyödetyistä versoista saatuja aloituspaloja pitäisi olla enemmän ja kasvunsääteitä pitäisi kokeilla useilla eri pitoisuuksilla. Näyttää kuitenkin siltä, että zeatiini sopii metsälehmukseksi paremmin kuin bentsyyliaminopuriini.

Hyödetyistä versoista saadut aloitukset lähtivät kasvuun nopeammin kuin silmut. Ne olivat myös helpompia käsitellä, koska preparointia ei tarvinnut tehdä. Vaikka aloituksia oli vähän, näyttää siltä, että ne eivät myöskään infektoitu yhtä herkästi kuin silmut. Silmuilla suurena ongelmana oli se, että silmu ei auennut ollenkaan, vaan ruskettui ja kuivui. Kasvatusalustassa oleva rautalisä ei estänyt ruskettumista, eikä edes ruskeiden osien poisto ja silmujen siirrostus uusille alustoille auttanut. Keräysajankohta vaikutti tähän luultavasti huomattavasti. Lehmuksen silmut kannattaisi todennäköisesti kerätä keväällä, mutta syksylläkin viljelmän voi aloittaa hyödetyistä versoista.

Metsälehmus on jatkossakin esillä Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön opinnäytetöissä. Keväällä maisemasuunnittelun opiskelija aloittaa Helsingin kaupungin metsälehmusten kartoituksen, ja puutarhatalouden opiskelija tekee mahdollisesti toisen mikrolisäystutkimuksen keväällä kerätyillä silmuilla. Lähdekirjallisuuden perusteella sytokiniinihormoni thidiazuronilla on saatu lupaavia tuloksia, mutta sitä ei ollut saatavilla tähän opinnäytetyöhön. Suosittelisin mahdollisuuksien mukaan ottamaan sen yhdeksi kasvunsäätteeksi uuteen tutkimukseen. Ehdotan lisäksi, että Hämeen ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön lähellä sijaitsevan Vahopään lehtoharjun hoidon tarpeesta tehtäisiin selvitys ja tarvittaessa hoitosuunnitelma. Tämäkin voitaisiin toteuttaa opinnäytetyönä. Metsälehmusta ja lehtokasveja kasvavalla alueella on paljon kuusta. Mahdolliset hakkuut tulee tehdä varovasti, muuttamatta olosuhteita liikaa yhdellä kertaa.

## LÄHTEET

- Aaltonen, R. n.d. *Tilia cordata* – metsälehmus, lehmus. Virtuaaliarboretum. Helsinki: Helsingin yliopisto, metsätieteiden laitos. Viitattu 15.3.2011.  
[http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/tilia\\_cordata.html](http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/tilia_cordata.html)
- Alanko, P. 1999. Lehmukset, *Tilia*. Teoksessa Alanko, P. (toim.) Tammen suuri puutarhakirja 3. Puuvartiset kasvit puutarhassa, puut ja pensaat, puuvartiset köynnökset, varvut, puu- ja pensaserikoisuuksia. Helsinki: Tammi, 175–178.
- Annala, E. & Kurkela, T. 1996. Jalopuiden tuhot. Teoksessa Hagman, M., Heikkilä, T., Häyrynen, M., Kauppila, A. & Tigerstedt, P. (toim.) Jalopuumetsät. Helsinki: Metsälehti, 80–91.
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. 2003. The Angiosperm Phylogeny Group. Botanical Journal of the Linnean Society. 141 (4), 399–436. Viitattu 23.11.2010. Saatavissa Wiley Online Library -tietokannassa: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x/abstract>
- Cajander, A. K. 1917. Metsänhoidon perusteet II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo: WSOY.
- Chalupa, V. 1984. In vitro propagation of oak (*Quercus robur* L.) and linden (*Tilia cordata* Mill.). *Biologia plantarum*. 26 (5), 374–377.
- Chalupa, V. 1987. Effect of benzylaminopurine and thidiazuron on in vitro shoot proliferation of *Tilia cordata* Mill., *Sorbus aucuparia* L. and *Robinia pseudoacacia* L. *Biologia plantarum*. 29 (6), 425–429.
- Chalupa, V. 2003. In vitro propagation of *Tilia platyphyllos* by axillary shoot proliferation and somatic embryogenesis. *Journal of Forest Science*. 49 (12), 537–543.
- Corneliuson, J. 1997. Växternas namn. Vetenskapliga växtnamns etymologi. Tukholma: Wahlström & Widstrand.
- Dirr, M. A. 2009. Manual of woody landscape plants. Their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses. 6. uud. p. Champaign, Yhdysvallat: Stipes Publishing.
- George, E. F. 1996. Plant propagation by tissue culture. Part 2, In practice. 2. uud. p. Edington: Exegetics.
- George, E. F., Hall, M. A. & De Klerk, G.-J. (toim.) 2008. Plant propagation by tissue culture, 3rd edition. Volume 1, The background. Dordrecht: Springer.

Heino, E. 2006. Suomen pohjoisimmat luontaiset niinipuuesiintymät. *Sorbifolia* 37 (4), 155–162.

Hertz, M. 1925. Niinipuun uudistumisesta Suomessa. *Acta forestalia Fennica* 1926:29 (5), 1–121.

Hämet-Ahti, L. 1977. Niinipuu – vuoden puu. *Dendrologian Seuran tiedoituksia* 8 (1), 4.

Hämet-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P. & Tigerstedt, P. M. A. 1992. Suomen puu- ja pensaskasvio. 2. uud. p. Helsinki: Dendrologian Seura.

Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. 4. täysin uud. p. Helsinki: Luonnontieteellisen keskusmuseon kasvimuseo.

Kellomäki, E., Kanerva, P. & Toivonen, H. 2000. Metsälehmus pohjoisrajallaan Virroilla. Suomen ympäristö 386. Hämeenlinna: Hämeen ympäristökeskus.

Kiuru, H. 1995. Sukupolvien iloksi kasvaa niinipuu. *Kotipuutarha* 55 (5), 56–57.

Kiuru, H. 1996. Jalopuumetsien hoito. Teoksessa Hagman, M., Heikkilä, T., Häyrynen, M., Kauppila, A. & Tigerstedt, P. (toim.) *Jalopuumetsät*. Helsinki: Metsälehti, 56–77.

Kiuru, H. 2003. Lehmus on vuoden 2003 puusuku: kärsivällinen ja vaateallas jalosukuinen. *Metsätalous* 2003: 1, 36–38.

Kujala, V. 1980. *Tilia* L. – Lehmuksen suku. Teoksessa Jalas, J. (toim.) *Suuri kasvikirja III*. Helsinki: Otava, 71–75.

Kunneman, B. P. A. M. & Albers, M. R. J. 1991. Linden trees (*Tilia* spp.). Teoksessa Bajaj, Y. P. S. (toim.) *Biotechnology in Agriculture and Forestry* 16. Trees III. Berlin: Springer-Verlag, 152–163.

Lampolahti, J. 1995. Metsälehmus. Kadonnut niinikulttuuri. Teoksessa Vuokko, S. (toim.) *Suomen luonto: Kasvit. Osa 1: Sanikkaisia, havupuita, kukkakasveja*. 3. p. Espoo: Weilin+Göös.

Lewington, A. & Parker, E. 1999. Ancient trees. Trees that live for a thousand years. Lontoo: Collins & Brown.

Linsmaier, E. & Skoog, F. 1965. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum* 18, 100–127.

LSA, Luonnonsuojeluasetus 160/1997. 14.2.1997. Viitattu 4.3.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1997/19970160>

LSL, Luonnonsuojelulaki 1096/1996. 20.12.1996. Viitattu 4.3.2011.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096>

Luonnonharrastajan Suomi. Karttakirja. 2002. Vantaa: Genimap.

Metsäl, Metsälaki 1093/1996. 12.12.1996. Viitattu 4.3.2011.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093>

Ollinmaa, P. J. 1952. Jalot lehtipuumme luontaisina ja viljeltyinä. *Silva Fennica* 77, 1–71.

Palmstierna, I. & Johanson, B. K. 2006. Puutarhan puut ja pensaat. Suom. Hannele Vainio. 2. uud. p. Helsinki: Otava.

Pokorny, J. 1959. *Indogermanisches etymologisches Wörterbuch*. Viitattu 24.2.2011.

<http://www.indo-european.nl/cgi-bin/startq.cgi?flags=endnml&root=leiden&basename=\data\ie\pokorny>

Raatikainen, M. 1993. Lehmukset pihapuina. *Sorbifolia* 24 (4), 181–184.

Rainio, R. J. 1977a. Niinipuu (*Tilia cordata*) suomalaisena metsäpuuna I. *Dendrologian Seuran tiedotuksia* 8 (1), 5–13.

Rainio, R. J. 1977b. Niinipuu (*Tilia cordata*) suomalaisena metsäpuuna II–III. *Dendrologian Seuran tiedotuksia* 8 (2), 60–69.

Raisio, J. 17.2.2011. Metsälehmuksen mikrolisäys. Vastaanottaja Rauli Häyrynen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 18.3.2011.

Rautavaara, T. 1981. Mihin kasvimme kelpaavat. Ruokaa, ryytiä ja rohtoa luonnosta. Juva: WSOY.

Relve, H. 1997. Puiden juurilla. Puut ja pensaat luonnossa ja kansanperinteessä. Suom. Tuomas Heiramo. Jyväskylä: Atena.

Rihtniemi-Rauh, A. 1996. Maisemanhoito. Teoksessa Hagman, M., Heikkilä, T., Häyrynen, M., Kauppila, A. & Tigerstedt, P. (toim.) *Jalopuumetsät*. Helsinki: Metsälehti, 23–29.

Ruotsalainen, S. 1992. Jaloja lehtipuita napapiirin pohjoispuolella. *Sorbifolia* 23 (1), 5–11.

Räty, E. 2006. Viheralueiden puut ja pensaat. 500 koristepuuta ja -pensasta sekä havukasvia. Helsinki: Taimistoviljelijät.

Salmi, J. 1987. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A...N. Tiedonantoja n:o 35. 2. p. Helsinki: Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos.

Salonen, M., Salonen, S. & Vanhakoski, S. 1997. Metsälehmuksen ja metsätammen mikrolisäys. Teoksessa Immonen, S. (toim.) Solusta tuottavaan kasviin. Hyötykasvien solukkoviljelyseminaari, esitelmät: Jokioinen 10.–11.12.1996. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A, 18. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 27–37.

Sarvašová, I. & Ďurkovič, J. 2002. In vitro regeneration of European linden. *Biologia plantarum*. 45 (1), 149–152.

Suomen kielen etymologinen sanakirja II. 1976. Helsinki: Suomalais-ugrilainen seura.

Suomen kielen etymologinen sanakirja VI. 1978. Helsinki: Suomalais-ugrilainen seura.

Suomen sanojen alkuperä. Etymologinen sanakirja. Toinen osa L–P. 1995. Suomalaisen kirjallisuuden seuran toimituksia 556. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura.

Suomen terveyskasvit. Luonnon parantavat yrtit ja niiden salaisuudet. 1983. Helsinki: Valitut Palat.

Söyrinki, N. 1985. Niinipuun (*Tilia cordata*) siemenellisestä uudistumisesta Ruovedellä (62° 10" N). *Sorbifolia* 16 (1), 29–38.

Tegel, S. 2010. Helsingin kaupunkikasviopas. Helsingin kasvisuunnittelun työkalupakki. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2010: 12. Helsinki: Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Viitattu 14.3.2011. [http://www.hel2.fi/hkr/julkaisut/2010/kasviopas\\_web.pdf](http://www.hel2.fi/hkr/julkaisut/2010/kasviopas_web.pdf)

Tegelberg, R. 2008. Metsälehmus. Teoksessa Piirainen, M., Enroth, J., Vauras, R. & Väre, H. (toim.) Luonnossa. Kasvit 2. Helsinki: Weilin+Göös, 26–27.

Tigerstedt, P. M. A. & Uosukainen, M. 1982. Mustilan arboretum – parhaiten menestyneet puut. *Puutarha* 85 (5), 264–266.

Uosukainen, M. 1997. Kontaminaatiot solukkoviljelylaboratoriossa. Teoksessa Immonen, S. (toim.) Solusta tuottavaan kasviin. Hyötykasvien solukkoviljelyseminaari, esitelmät: Jokioinen 10.–11.12.1996. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A, 18. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 9–17.

Vaasvainio, P. 2009. Kasvien käyttö viherrakentamisessa -luentokurssin aineisto. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maisemasuunnittelun koulutusohjelma.

Vainio, H. 1999. Luonnonkasvien hyötykäyttö. Teoksessa Piirainen, M., Piirainen, P. & Vainio, H. Kotimaan luonnonkasvit. Porvoo: WSOY, 492–501.

Valtioneuvoston asetus metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä 1234/2010. 21.12.2010. Viitattu 4.3.2011.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101234>

Väre, H. & Kiuru, H. 2006. Suomen puut ja pensaat. Helsinki: Metsäkustannus.

Youn, Y., Ishii, K., Saito, A. & Ohba, K. 1989. *In vitro* plantlet regeneration by bud culture and its multiplication in *Tilia amurensis* seedlings. Journal of the Japanese Forestry Society 71 (2), 61–64.

**LS-ALUSTA (MUUNNETTU)**  
 (Linsmaier & Skoog 1965; Uosukainen 1997.)

<b>KANTALIUOKSET</b>			<b>RAVINTOLIUS</b>		
Nimike	Yhdiste	Pitoisuus	ml kant. / l	Pitoisuus	
				mg/l	mM
<b>LS-pääravinteet (MS-makro)</b>		<b>g/l 10×</b>	<b>100</b>		
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ammoniumnitraatti (hapettava)	16,5		1650	20,6
	KNO <sub>3</sub> kaliumnitraatti (hapettava)	19,0		1900	18,8
	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O kalsiumkloridi (ärsyttävä)	4,4		440	3,0
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O magnesiumsulfaatti	3,7		370	1,5
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> kaliumdivetyfosfaatti	1,7		170	1,25
<b>LS-hivenaineet (MS-mikro)</b>		<b>mg/100 ml 1000×</b>	<b>1</b>		
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> boorihappo	620		6,2	0,1
	MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O mangaanisulfaatti (haitallinen)	1690		16,9	0,1
	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O sinkkisulfaatti (ärsyttävä)	860		8,6	0,03
	KI kaliumjodidi	83		0,83	0,005
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O natriummolybdaatti	25		0,25	0,001
Erilliset kantaliuokset mg/100 ml 10000x	*CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O 25 mg kuparisulfaatti (haitallinen)	<u>10 ml</u>		0,025	0,0001
	*CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O 25 mg kobolttikloridi (myrkyllinen)	<u>10 ml</u>		0,025	0,0001
<b>LS-Fe = MS-Fe=WPM-F</b>		<b>mg/100 ml 200×</b>	<b>7</b>		
	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O rauta(II)sulfaatti (ärsyttävä)	557		38,99	0,14
	Na <sub>2</sub> EDTA etyleenidiamiinitetraetikkahapon natriumsuola = Titriplex III (ärsyttävä)	745		52,15	0,16
	<b>tai</b> NaFe-EDTA, EDTA:n natrium-rauta(III)suola	734		51,38	0,14
<b>LS-vitamiinit</b>		<b>mg/100 ml 500×</b>	<b>2</b>		
Kantaliuos jaetaan 2 ml:n eriin, jotka säilytetään syväjäätäsä (n. -20 °C).	tiiamiinidikloridi (B <sub>1</sub> -vitamiini)	20		0,4	0,001
<b>Myoinositoli</b> (sokerialkoholi)		<b>1,0 g /100 ml 100×</b>	<b>10</b>	100 tai punnitaan erikseen	0,56
<b>Sakkaroosi</b> (ruokosokeri)				<b>30000</b> punnitaan erikseen	87,6
<b>pH</b>	Tilavuus → n. 4/5 lopullisesta tilavuudesta		<b>5,7</b>		
	Tilavuus → 1 litra mittapullossa				
<b>Agar</b>				<b>8500</b> punnitaan erikseen, liuotetaan kuumentamalla lämpölevyllä + magneettisekoitus	
<b>BactoPeptone</b>				<b>270 mg</b>	



## DKW-ALUSTA

(George 1996; Uosukainen 1997.)

KANTALIUOKSET			RAVINTOLIUS		
Nimike	Yhdiste	Pitoisuus	ml kantala / 1	Pitoisuus	
				mg/l	mM
<b>DKW-pääravinteet (DKW-makro)</b>		<b>g/l 10×</b>	<b>100</b>		
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ammoniumnitraatti (hapettava)	14,17		1417	17,7
	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4 H <sub>2</sub> O kalsiumnitraatti	19,6		1960	8,3
	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O kalsiumkloridi (ärsyttävä)	1,47		147	1,14
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O magnesiumsulfaatti	7,4		740	3,0
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> kaliumdivetyfosfaatti	2,59		259	1,9
<b>WPM-B</b> erillinen liuos	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> kaliumsulfaatti	49,5	<b>31,5</b>	1560	8,95
<b>DKW-hivenaineet (DKW-mikro)</b>		<b>mg/100 ml 1000×</b>	<b>1</b>		
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> boorihappo	480		4,8	0,078
	MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O mangaanisulfaatti (haitallinen)	3380		33,8	0,2
	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O sinkkinitraatti	1700		17,0	0,057
	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O kuparisulfaatti	25		0,25	0,001
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O natriummolybdaatti	39		0,39	0,0016
	NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O nikkelisulfaatti	0,5		0,005	0,00002
<b>WPM-MS-Fe</b>		<b>mg/100 ml</b>	<b>6</b>		
	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O rauta(II)sulfaatti (ärsyttävä)	557		33,4	0,12
	Na <sub>2</sub> EDTA etyleenidiamiinitetraetikkahapon natriumsuola = Titriplex III (ärsyttävä)	745		44,7	0,13
	<b>tai</b> NaFe-EDTA, EDTA:n natriumrauta(III)suola	734		44,0	0,12
<b>DKW-vitamiinit</b>		<b>mg/250 ml 200×</b>	<b>5</b>		
Kantaliuos jaetaan 5 ml:n eriin, jotka säilytetään syvä- jässä (n. -20 °C).	tiamiinidikloridi (B <sub>1</sub> -vitamiini)	100		2	0,006
	nikotiinihappo(B <sub>6</sub> -vitamiini)	50		1	0,008
	glysiini (aminohappo)	100		2	0,027
<b>Myoinositoli</b> (sokerialkoholi)		<b>1,0 g /100 ml 100×</b>	<b>10</b>	100 tai punnitaan erik- seen	0,56
<b>Sakkaroosi</b> (ruokosokeri)				<b>30000</b> punnitaan erikseen	87,6
<b>pH</b>	Tilavuus → n. 4/5 lopullisesta tilavuudesta		<b>5,7</b>		
	Tilavuus → 1 litra mittapullossa				
<b>Agar</b>			<b>8500</b> punnitaan erikseen, liuotetaan kuumentamalla lämpölevyllä + magneettisekoitus		
<b>Bacto Peptone</b>			<b>270 mg</b>		