

LAKKAKÄÄVÄN VILJELYMAHDOLLISUUDET

Viljelykokeilu suomalaisilla puulajeilla

Christian Lankinen

Opinnäytetyö
Metsätalouden koulutusohjelma
Metsätalousinsinööri (AMK)

2015

Luonnonvara- ja ympäristöala
Metsätalous

Tekijä	Christian Lankinen	Vuosi	2015
Ohjaaja	Seija Niemi		
Työn nimi	Lakkakäävän viljelymahdollisuudet – Viljelykokeilu suomalaisilla puulajeilla		
Sivu- ja liitemäärä	58		

Perehdyn tässä opinnäytetyössä maailman tutkituimman ja arvostetuimman lääkesienen lakkakäävän esiintymiseen, historiaan, lääkinnällisiin ominaisuuksiin ja erityylisiin viljelyihin. Viljelytekniikoita voi hyvin soveltaa myös muihin puulahottajasiiniin.

Tutkin yleisten suomalaisten puulajien koivun, männyn, kuusen ja lepän soveltuvuutta lakkakäävän sisäviljelyyn rikastetussa sahanpurussa. Käytin kahta eri sienikantaa tutkimukseeni. Ympäsin kasvualustat kaurajyvistä lukuun ottamatta mäntyä sisältävää kasvualustaa, jonka ympäsin nesteviljelmästä. Sienirihmaston kolonisoitua kasvualustan siirsin kasvatusalustat kosteaan kasvatustilaan tuottamaan itiöemiä.

Amerikkalainen lakkakääpäkanta tuotti itiöemän, sekä lepässä, että koivussa. Männyssä rihmasto ei vallannut kasvualustaa, eikä täten soveltunut kasvualustaksi. Itiöemät eivät kuitenkaan ehtineet kasvaa täysikasvuisiksi *Trichoderma*-homeen vallatessa kasvatusteltan. Kuitenkin tutkimuksen tavoite saavutettiin, ja tämän kannan tuloksia voidaan soveltaa lakkakäävän viljelyyn. Suomalainen luonnosta kerätty kanta ei tuottanut itiöemää millään puulajeilla, mutta rihmasto kasvoi elinvoimaisena jokaisella puulajilla.

Avainsanat lakkakääpä, luonnontuotteet, lääkinnälliset sienet, metsien monimuotoisuus, sienten viljely

School of Forestry and Rural Industries
Forestry Degree Programme

Author	Christian Lankinen	Year	2015
Supervisor(s)	Seija Niemi		
Subject of thesis	Cultivation possibilities of Reishi – A research on common Finnish tree species		
Number of pages	58		

The focus on this thesis is to examine the world's most prestigious medicinal mushroom Reishi *Ganoderma lucidum*, its occurrence, history of use, medicinal properties and cultivation techniques. The goal is to examine the suitability of common Finnish tree species birch, Scots pine, Norway spruce and alder for a development of a fruit body in enriched sawdust. The introduced cultivation techniques may very well be applied to other wood decaying species.

Two different strains were used. The inoculations were done from oat grains except the pine-containing growing media, which was inoculated with liquid culture. As the mycelium colonized the enriched sawdust the growing media was transferred to the moist grow room.

The American strain produced a fruit body in birch and alder. The Scots pine was not suitable tree species for this strain. The fruit bodies were not able to fully mature before *Trichoderma* mould spread into the growing media. However the aim of the study was achieved and the results can be applied for cultivation of this particular *Ganoderma lucidum* strain. The Finnish strain collected from nature did not produce any fruit bodies, but the mycelium grew vigorously on every tree species.

Key words Reishi, *Ganoderma lucidum*, Mushroom Cultivation, Medical mushrooms, Non-wood products, Forest biodiversity

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	5
KÄYTETYT TERMIT	6
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO.....	7
1 JOHDANTO	9
2 LAKKAKÄÄVÄSTÄ YLEISESTI	12
2.1 Lakkakäävän esiintyminen ja historia	12
2.2 Lääkinnälliset ominaisuudet.....	15
2.3 Viljelytekniikoita	19
2.31 Kantoviljely	20
2.32 Tukkilijely	22
2.33 Sahanpuruviljely	25
3 TUTKIMUS SUOMALAISILLA PUULAJEILLA.....	29
3.1 Nesteviljelmän- ja jyvämpin valmistus.....	34
3.2 Kasvualustan valmistus ja ympäys	37
3.3 Itiöemän tuotanto	39
4 TUTKIMUKSEN TULOKSET	41
4.3 Amerikkalainen kanta.....	41
4.4 Suomalainen kanta	46
5 POHDINTA	52
LÄHTEET.....	55

ALKUSANAT

Opinnäytetyön tekeminen on hyvin mielenkiintoista toimintaa. Olen oppinut todella paljon uutta ja päässyt sisään luonnontuotealalle. Kaksi vuotta sitten en tiennyt yhtään mitään sienten viljelystä, enkä sienten valtavasta potentiaalista. Kaikkein antoisinta oli kun pääsin kasvatuksen alkuvaiheessa toimimaan laboratorio-olosuhteissa. Yhteistyöstä kiitän vanhempaa tutkijaa Rainer Peltosta Rovaniemen MTT:ltä, Turun yliopiston biologian tutkijaa Jouni Issakaista, Helsingin yliopiston elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksen amanuenssi, mikrobiologi Pekka Oivasta sekä erityisesti kollegaani, tuotantoalojen puutarhuria ja hyvää ystävääni Lauri Mikkosta. Ilman Laurin oivalluksia ja asiantuntemusta en olisi kovin pitkälle tässä projektissa päässyt. Kiitän kovasti myös isääni Sakke Malista, joka antoi tuotantotilat käyttöömme Tyrnävällä. Olen hyvin kiitollinen myös filosofian tohtori ja sieniharrastelija Esteri Ohenojalle, kääväkkäharrastelija Matti Kuljulle ja Turun yliopiston kasvimuseon Kati Pihlajalle, jotka auttoivat lakkakäävän levinneisyyskartan kokoamisessa.

Voitimme suomen keksijäsäätiön rahoittaman Unelmatehdas-ideakilpailun, jolla rahoitimme oman laminaarisvirtauskaapin, painekattilan, kasvatusteltat, sahanpurun, puunhakettimen, rihmastot sekä muut materiaalit. Kiitän erityisesti Lapin ammattikoreakoulun hankesuunnittelijoita Anu Harju-Myllyahoa ja Sari Haavikkoa byrokraattisen puolen hoitamisesta. Kirjallisuuden ja rihmastojen rahoituksesta kiitän Lapin ammattiopiston Polun-hankkeen projektipäällikköä Jonna Kokkoa. Ilman ulkopuolista rahoitusta tämä projekti ei olisi koskaan toteutunut.

Opinnäytetyön tuoma tietotaito ja oma sienilaboratorio johtivat yrityksen perustamiseen syksyllä 2014.

KÄYTETYT TERMIT

Autoklaavi

Laite jota käytetään sterilisointiin. Käytän myös sanaa painekattila autoklaavin sijaan.

Inokulointi

Sama asia kun ympääminen.

Laminaarivirtauskaappi:

Steriiille työskentelylle tarkoitettu pöytätaaso jossa ilmavirta suodatetaan hepa-filttereiden läpi.

Petrimalja

Muovinen tai lasinen suljettava rasia jossa rihmasto kasvatetaan.

Plugi

Rihmastolla ympätty puutappi

Skalpelli

Kirurginen veitsi rihmaston leikkaamista ja siirtoa varten.

Sterilisointi

Kasvualustan lämmittäminen 45 min-3h 121 asteen lämmössä pienessä paineessa.

Ympääminen

Rihmaston siirto kasvualustalle.

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1 Lakkakääpä kasvatusteltassa 2013. Kuva Lauri Mikkonen.....	13
Kuva 2 Lakkakääpä luonnossa ja jalostettuna. Kuva fitnessfirst.fi	13
Kuva 3 Lakkakäävän levinneisyys Suomessa Kuva: Kotiranta & Niemelä 2009, 74.....	14
Kuva 4 Eri sienten lääkinälliset ominaisuudet Stametsin mukaan (Stamets 2005, 26).....	18
Kuva 5 Yksinkertainen kantoviljelytekniikka puutapeilla (Stamets 2000, 31). ...	21
Kuva 6 Puutapeilla ympätyt koivutukit haudattuna puoleksi maan alle.	23
Kuva 7 Kolonisoituneiden puutappien hakkaus pölkkyyn.....	24
Kuva 8 Leppä pölkyt likoamassa.....	24
Kuva 9 V-mallinen ymppäystekniikka.....	25
Kuva 10 Amerikkalainen ja suomalainen rihmasto petrimaljalla.....	30
Kuva 12 Amerikkalaisen kannan viljelyprosessi.....	32
Kuva 13 Suomalaisen kannan viljelyprosessi	33
Kuva 14 Nesteviljelmän kuivaaineet pullossa	34
Kuva 15 Nesteviljelmät ja kolme vesipulloa menossa autoklaavin.....	35
Kuva 16 Rihmaston kaavinta petrimaljalta sterilisoituun veteen laminaarivirtauskaapin ilmavirrassa.	36
Kuva 17 Rihmaston sekoitus.....	37
Kuva 18 Tarvittavat välineet kasvualustan tekoon.	38
Kuva 19 Kasvualustat menossa painekattilaan.....	38
Kuva 20 Kaurahiutaleita typin lähteenä ja maatalouskipsiä koostumuksen parantamiseksi.....	39
Kuva 21 Sama rihmasto kahden viikon jälkeen ruisjyvissä ja männyn sahanpuru kasvualustalla. Kuva Lauri Mikkonen	42
Kuva 22 Sienen alut eli primordiat. Kuva AnnaLuna photography	42
Kuva 23 Kasvualusta kasvatuspussi poistettuna.	43
Kuva 24 Itiöemä elokuu 2013.	44

Kuva 25 Pihalla olevasta puupinosta Trichoderma spp. home levisi sieniteltaan.	45
Kuva 26 Pahiten saastunut kasvualusta.	45
Kuva 27 Kasvualusta kolme viikkoa ympäyksen jälkeen.	46
Kuva 28 Rihmasto valtasi lepän ja kuusen nopeinten ja ne siirrettiin ensimmäisenä kasvatusteltaan.	47
Kuva 29 Viisas sienirihmasto ei ole kasvanut lasipurkin kannen ilma-aukkojen päälle.	47
Kuva 30 Usvantekijä teltan sisällä harmaassa ämpärissä.	48
Kuva 31 Ilmanpuhallus ja -poisto asennettuna kasvatusteltassa.	49
Kuva 32 Valkoinen amerikkalainen rihmasto ja tummempi suomalainen kasvatusteltassa syyskuussa 2014.	50
Kuva 33 Vihreä homeen ilmaantuminen kertoo epäonnistuneesta sterilisoinnista paine kattilassa.	51
Kuva 34 Homeen leviäminen purkkeihinkin	51
Kuva 35 Tukkilijely kesä 2013	54

1 JOHDANTO

Professori David L Hawksworthin mukaan maapalolla on yli 1,5 miljoona eri sienilajia, joista tunnetaan noin 14 000–22 000 (Hawksworth 2001). Tunnetuista sienilajeista käytetään noin 700 ruokana ja noin 400:lla tiedetään olevan lääkinällisiä vaikutuksia (Halmetoja 2014). Sieniä on arvostettu, sekä ruokana, että lääkkeenä tuhansia vuosia ympäri maailmaa. Idän kulttuureissa lääkesienten käyttö on yleistä ihmisten keskuudessa.

Vähintään 40 prosenttia käytössämme olevista lääkkeistämme on eristetty suoraan sienistä tai sieniperäisistä yhdisteistä (Mäkelä 2006, 1). Suurin osa viljeltävistä sienistä hajottaa puuainesta luonnossa vapauttaen mineraaleja ja ravintoaineita maaperään pitäen metsämme terveenä. Tutkimustiedon lisääntyessä sienien käyttömahdollisuudet vain monipuolistuvat. Nykytietämyksen mukaan sienillä voidaan puhdistaa saastunutta maaperää ja vesistöä sekä ennallistaa tuhoutuneita ekosysteemejä.

Suomen media on lähiaikoina kirjoitellut lukuisia artikkeleita pakurikäävän terveysvaikutuksista. Hiljattain julkaistu Jaakko Halmetojan kirja Pakurikäpä on herättänyt suomalaisten kiinnostuksen myös muihin lääkinällisiin sieniin. Suomessa alueellisesti uhanalainen lehtipuiden valkolahottaja-lakkakäpä *Ganoderma lucidum* on todennäköisesti maailman tunnetuin ja eniten käytetty lääkinällinen sieni siitakesienen ohella. Aasiassa sitä on tutkittu tieteellisesti enemmän kuin mitään yksittäistä rohdoskasvia maailmassa (Halmetoja 2012, 211). Aasiassa on tehty yli 100 000 tutkimusta lääkinällisistä sienistä viimeisen kymmenen vuoden aikana, mutta vain harva suomalainen on kuullut aiheesta (Halmetoja 2012, 15).

Suomeen tuotavat lakkakäpätuotteet tuodaan pääosin maailman saastuneimmasta valtiosta Kiinasta. Luomulaatuisen puhtaasti tuotetun lakkakäävän kaupallista viljelyä ei kukaan Suomessa harjoita. Uusimpien arvioiden mukaan lakkakäpätuotteiden maailmanlaajuinen vuosittainen arvo lähentelee 1,6 miljardia dollaria (Chang & Buswell 2012, 142).

Opinnäytetyön tavoitteenani on tuoda esille eri viljelytekniikoita sekä lääkinällisille että ruokasienille ja tehdä tutkimus yleisten suomalaisten puulajien soveltuvuudesta lakkakäävän sisätiloissa tapahtuvaan viljelyyn. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää optimaaliseen lakkakäävän tuotantoon.

Sienikauppa voi toimia sivuelinkeinona maatalouden ja metsänhoidon ohella (Issakainen 2012). Sienillä voidaan laittaa talousmetsä tuottamaan rahaa jo ennen puun myyntiä. Lehtipuiden rankoja, kantoja, haketta ja sahanpurua voidaan hyödyntää sienten viljelyssä. Puun kantoihin ympätty sienirihmasto tuottaa onnistuessaan kallisarvoisia lääkesieniä ja muuttaa puuaineksen vaikeasti hajoavat selluloosa- ja ligniiniyhdisteet epäorgaaniseen muotoon, jota kasvillisuus pystyy käyttämään jälleen kasvuunsa. Vuonna 2004 maailman sienituotannon arvon laskettiin olevan noin 40 miljardia dollaria, mikä on lähes yhtä paljon kuin kahvin tuotannolla (Halmetoja 2012, 15).

Sisätiloissa kasvatettavan kääpäsienen kasvualustana käytetään pääasiassa suomalaista sahanpurua ja haketta. Sahanpuru on sivutuote, jota on hyvin saatavilla eri puualan toimijoilta. Sahateollisuudessa tukista tulee noin 12 prosenttia purua. Kuutiolla lehtipuiden sahanpurua on raportoitu jopa 330 kiloa sienisatoa siiliorakkaalla. Tuoreiden Siitake-sienten kilohinnan ollessa noin 25 euroa. Liiketaloudellisesti ajateltuna koko sahan puutavara kannattaisi muuttaa kasvatusalustaksi. Sahanpuru ja hake myydään polkuhinnoilla kemialliselle teollisuudelle tai käytetään lämmitykseen. (Pesonen 1994, 49.) Suomessa puiden kasvuolosuhteet ovat erinomaiset ja puhtaat mikä on kilpailuetu esimerkiksi Kiinan lääkinällisiin sienituotteisiin verrattuna. Maa- ja elintarviketutkimuskeskuksen pakuriviljelyhankkeen johtaja Henri Vanhasen mukaan Kiinassa on kysyntää villeinä kasvaneista lääkesienistä (Vanhanen 2014).

Suomessa toimii muutamia yrityksiä jotka valmistavat terva- ja harmaalepystä kalan savustushaketta. Heidänkin sivutuotteeksi syntyy lepän sahanpurua, joka menee pääasiassa autokorjaamojen lattioiden peittämiseksi. Lakkakäävän viljelyyn tarvittavaa raaka-ainetta saa Suomesta helposti.

Sienten hyödyntäminen ei rajoitu pelkästään ruoka- ja lääkesienten tuotantoon. Sieniä käytetään muuan muassa pesuaineiden, elintarvikkeiden pakkausmateriaalien ja lääkkeiden valmistuksessa. Uusimmat innovaatiot mahdollistavat jätteestä tehdyn biomuovin tuoton sienirihmaston avulla ja sitä voidaan käyttää pakkausmateriaalina, talojen eristeenä ja jopa surffilautoissa. ”Homesienet pilkkovat jätteet sokereiksi, jonka hiiva käyttää alkoholiksi. Fossiilisia polttoaineita voidaan korvata sienistä valmistetulla bioetanolilla”. (Penttilä 2014.)

Kasvitautilien ja eri tuholaisten biologinen torjunta perustuu välillä myös sieniin. Hakkuiden jälkeistä kantojen lahoamista voitaisiin nopeuttaa levittämällä sienirihmasto biohajoavaan teräketjuöljyyn metsäkoneissa. Tällä tekniikalla saataisiin ensin syötäviä sieniä ja myöhemmin kannon hajotessa toimivaa kasvualustaa taimille. Puuhaketta voidaan levittää vanhoille metsäteille esimerkiksi tuntureilla. Puuhakkeeseen ympätty rihmasto sitoo maa-ainesta estäen eroosiota ja luoden uutta kasvualustaa varvuille ja pensaille. Vanhojen metsäteiden pohjia voidaan tällä tekniikalla mahdollisesti vielä metsittää. (Stamets 2006, 70.)

Sienirihmastolla voidaan myös puhdistaa saastunutta maaperää ja puhdistaa maatalouden jätevesihuhtoutumaa (Stamets 2005, 77). ”Sienet pystyvät hajottamaan joidenkin myrkkujen kemiallisia rakenteita niin, että niistä tulee myrkyttömiä” (Lankinen 2014). Opinnäytetyön ohella tein kaverini Lauri Mikkosen kanssa sienisuodattimen koivuvinokkaasta. Mycofilteri paransi jäteveden hygieenistä laatua merkittävästi. Koe suoritettiin keväällä 2014 Rovaniemen luonnonvarakeskuksen tiloissa. Lisätietoa jätevesien puhdistamisesta sienirihmaston avulla voit lukea täältä <http://lakkakaapa.blogspot.fi/2014/12/mycofiltration-sienisuodintutkimus.html>

Työni tavoite on tutkia suomalaisten yleisten puulajien soveltuvuutta lakkakäävän itiöemän onnistuneeseen muodostumiseen sisätiloissa. Käyn työssäni myös läpi eri viljelytekniikoita, jotka soveltuvat puunlahottajasienten viljelyyn, erityisesti lakkakäävän viljelyyn. Kannattavuuslaskelman jätän opinnäytetyöni ulkopuolelle. Rajaan tutkimukseni rikastetussa sahanpurussa tapahtuvaan puhasviljelmän

tekemiseen steriileissä olosuhteissa. Tutkin kolmen puusekoituksen ja neljän puulajin soveltuvuutta onnistuneeseen itiöemän tuotantoon. Tutkimuksessa on käytetty kahta eri sienikantaa. Ensimmäinen on tilattu hyvin arvostetun sienitie-tilijä Paul Stametsin Fungi Perfect - yritykseltä ja toinen on saatu Helsingin Yliopiston Elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksen HAMBI-mikrobikantakokoelmasta. Viljelyn raaka-aineena käytettiin pääasiassa sahanpurua ja puulastuja, joihin lisättiin hieman kaurahiutaleita ja maatalouskipsiä. Kasvualustan koostumuksen mittasuhteet on esitetty tarkemmin kappaleessa 4.

Päädyin kasvatusalustasekotuksiin lakkakäävän viljelyä käsittelevien kirjallisuus- ja internet lähteiden perusteella. Suoritin amerikkalaisen kannan viljelyn vuonna 2013 ja suomalaisen kannan viljelyn vuonna 2014. Amerikkalainen kanta ympätettiin nesteviljelmällä männyn sahanpuruun. Kaikki muut kokeet ympätettiin kauranjyvillä rikastettuun kasvualustaan. Vuoden 2013 kokeet suoritettiin Rovaniemen Maa- ja elinkeinotalouden tutkimuskeskuksella (MTT) ja vuoden 2014 kokeet omassa sienilaboratoriossamme Tyrnävän kunnassa. Voitimme ystävieni kanssa rahoituksen sieniviljelyprojektiimme Suomen ammattikorkeakouluille järjestettävästä Unelmatehdas innovaatiokilpailussa.

2 LAKKAKÄÄVÄSTÄ YLEISESTI

2.1 Lakkakäävän esiintyminen ja historia

Lakkakääpä *Ganoderma lucidum*, englanniksi Reishi, kiinaksi Linqzhi, japaniksi Mannentake, on yksivuotinen puunlahottajasieni, joka kuuluu Polyporales lahkoon ja Ganodermataceae heimoon. Suurehko kääpä on sivusta tai keskeltä jalallinen. Sormenpaksuinen jalka kiinnittyy lakin reunaan. Itiöemän yläpinta on kumpareinen ja väriltään tummanpunainen tai punamusta ja hyvin kiiltävä. Pillien peittämä alapinta on valkoinen, myöhemmin ruskea. Katso kuva numero kaksi.



Kuva 1 Lakkakääpä kasvatusteltassa 2013. Kuva Lauri Mikkonen

Sienestä ei käytetä itiöemää vaan myös rihmasto ja itiöt hyödynnetään useasti. Lakkakääpä kuuluu pelkästään niin sanottuihin saprofyytteihin, jotka hajottavat kuollutta puuainesta ravinnokseen.



Kuva 2 Lakkakääpä luonnossa ja jalostettuna. Kuva fitnessfirst.fi

Suomessa lakkakääpää esiintyy eniten Suomen Etelä- ja Länsirannikon kosteissa lehdöissä. Lajia on myös havaittu pohjoisessa peräti Pellon korkeudelta (Niemelä 2005, 111). Oulun yliopiston kasvimuseon kokoelmanäytteiden ja kääväkäsharrastelija Matti Kuljun mukaan siitä on löytöjä myös Kälviältä, Piippolasta, Hämeenkyröstä, Pihtiputaalta, Ylöjärveltä ja Oulun luonnonsuojelualueen läheltä Sanginjoelta (Kulju 2014). Kääpä on kuitenkin alueellisesti uhanalainen (RT) laji Pohjanmaalla, ja valtakunnallisella tasolla se on arvioitu elinvoimaiseksi (LC).

Ganoderma lucidum (M.A. Curtis : Fr.) P. Karst. – lakkakääpä, lackticka

LC • Mlk, Skr, Ip • d

RT: 3a. On *Picea*, *Alnus* and other deciduous trees.

Literature Niemelä, T. & Kotiranta, H. 1986: *Karstenia* 26:57–64. Ryvarden, L. & Gilbertson, R.L. 1993: *European polypores* 1:1–387. Hansen, L. & Knudsen, H. 1997: *Nordic macromycetes* 3:1–444. Niemelä, T. 2005: *Norrinia* 13:1–320. Salo, P., Niemelä, T. & Salo, U. 2006: Suomen sienioapas. Kunttu, P. & Halme, P. 2008: *Metsähall. Luonnons. Julk. A* 173:1–97.



Kuva 3 Lakkakäävän levinneisyys Suomessa Kuva: Kotiranta & Niemelä 2009, 74

Lakkakääpää löytyy Pohjois-Amerikan eteläosista amatsoniin ja halki suurimman osan Aasiaa. Lahottajasientä löytyy harvemmin lauhkealla kuin subtrooppiselta alueelta. Lakkakääpä esiintyy useilla puulajeilla, erityisesti tammella, vaahteralla, jalavalla, koivulla, lepällä, saarnella, pajulla, haavalla ja luumupuulla. Kääpä nousee maanpinnalle, vaikka puunoksa olisikin maan alla. Suomessa tätä lahottajaa on löydetty lepän, koivun ja jopa kuusen kannoilla. Yli 250 *Ganoderma* sukuista lajia on rekisteröity maailmalta (Gottlieb 1998, 414–426). Pohjois-Euroopasta löytyy viisi *Ganoderma* lajia, joista ylivoimaisesti yleisin on lattakääpä, *Ganoderma applanatum*. Eurooppalaiset lajit ovat yksinomaan valkolahottajia, jotka käyttävät hyväkseen puun ruskeaa ligniiniä ja jättäen jäljelle valkean selluloosan (Petersen 1983, 62.) Suomessa *G. lucidium* ei ole merkitystä puiden tuhosienerä, mutta eräät trooppiset *G. lucidium*-kompleksiin kuuluvat taksonit lahottavat hedelmäpuiden juuria (Nyberg 1994, 12).

Reishin viljelyn pioneeri oli Japanilainen Shigeaki Mori, joka kehitti 15 vuotta menetelmää jolla hän ymppäsi villi Reishin itiöitä onnistuneesti luumupuiden sahanpuruihin. Suurin osa nykypäivän viljelystä tapahtuu idän kulttuureissa kuten

Kiinassa ja Japanissa missä tällä puun valkolahottajalla on pitkät peräti 4000 vuoden juuret kansanperinteessä. (Hobbs 1995, 97). Myös Malesiassa, Taiwanissa, Koreassa, Thaimaassa, Pohjois-Amerikassa ja Vietnamissa ja muutamassa Euroopan maassa viljellään lakkakääpää.

Kiinan kuuluisimmassa luonnonhistorian kirjassa mainitaan että säännöllinen lakkakäävän käyttö tasapainottaa painoa ja tuo pitkäikäisyyttä (Hobbs 1995, 97). Pitkäikäisyyttä testattiin keski-ikäisillä hiirillä. Hiirille syötettiin kolmen vuoden ajan lakkakääpäuutetta ruokaan sekoitettuna. Kun enää kymmenen prosenttia vertailuryhmän hiiristä oli elossa, lakkakääpäuutetta saaneet hiiret elivät vielä keskimäärin 148 päivää pitempään. Hiirten päivittäisen uutteen määrä vastaa 75 kiloille ihmiselle 1,050mg. (Cannizzo, Clement, Sahu, Follo, Santambrogio 2011, 74.)

Ming-dynastian aikana (1363–1644) ”punasieneksi” kutsutun sienen kerrottiin edistävän myös sydämen toimintaa (Hobbs 1995, 97). Monet Kiinan ja Japanin syöpäsairaat matkustivat pitkiäkin matkoja löytääkseen kyseisen sienen. Tämä Ling Zhi, eli kuolemattomuuden sieni, oli kiinalaisten historiankirjoittajien mukaan vaikeasti löydettävissä, ja sen vuoksi sen nauttiminen oli sallittua vain keisarille ja muille ylhäisille henkilöille (Nyberg 1994, 12).

2.2 Lääkinnälliset ominaisuudet

Ming-dynastian ajan kuuluisin lääkäri Shi-Jean Lii ylisti lakkakäävän tehokkuutta hänen kuuluisassa Ban Chao Gang Moo (Suuri farmasiakirja) kirjassaan. Liin mukaan kuninkaiden lääkkeenä pidetyn lakkakäävän pitkäaikainen käyttö rakentaa vahvan ja terveen kehon ja tuo pitkäikäisyyttä. (Wasson 1964, 80.)

Tieteellinen tutkimus todistaa lakkakäävän vaikuttavan ihmisen terveyteen monella eri tavalla. Sieni kohentaa vastustuskykyä, taistelee syöpää vastaan, torjuu sydänsairauksia, rauhoittaa hermoja, lieventää allergioita ja tulehduksia, suojaa ja vahvistaa maksaa, sekä on antibakteerinen että -viraalinen.

Lakkakäävän vaikuttavina ainesosina tunnetaan ainakin ergosteroli, kumariini, mannitoli, polysakkaridit (ganoderanit B ja C, beeta 1,3-D-glukopyraanit, beetaglukaanit), 119 triterpenoidia (ganodermahapot), germanium sekä useita vitamiineja ja aminohappoja. (Halmetoja 2013, 211.) Lakkakääpä sisältää myös mikroravinteita kuten rautaa, magnesiumia, sinkkiä, kuparia, mangaania ja germaniumia (Gluckspilze 2014). Lakkakäävän sisältämistä aineista löytyy hyvä kuva Ganoiq:n sivuilta osoitteesta: http://ganoiq.com/ganocafe/ganocafe/ganoderma_lucidum.html

Monet edellämainituista yhdisteistä ovat tutkimuksissa osoittaneet omaavan immuunireaktioita moduloivia ominaisuuksia eikä kaikkia läheskään ole vielä tutkittu. Polysakkaridit kykenevät muokkaamaan biologisia vasteita, kuten esimerkiksi stimuloimaan immuunijärjestelmän toimintaa. Ne aiheuttavat 5-29 kertaisen nousun tumorinekroositekijöissä (interleukiinit-1 ja 6) sekä merkittävää kasvua T-lymfosyyttien määrässä. Ihmiskeho reagoi lakkakäävän harmittomiin yhdisteisiin kuin vieraisiin bakteereihin nostattamalla kehomme valmiustilaa. Olennaisena tekijänä Reishin immuunijärjestelmään vaikuttavissa ominaisuuksissa on juurikin sen sisältämien glukaanien yhtäläisyys beta-glukaani reseptoreihin, joita löytyy neutrofiileistä, monosyyteistä, makrofageista, NK soluista sekä T ja B lymfosyyteistä, jotka kaikki ovat osallisia ihmisen immuunireaktiossa. (Stamets1999, 25)

Lakkakäävän vaikutukset kasvainten kasvuun perustuvat pääosin polysakkarideihin, erityisesti beta-D-glucaniin. Polysakkaridit ovat valtavista sokerimolekyyleistä polymeroituneita makromolekyylejä. Ne voivat olla sitoutuneita aminohappoihin. Nämä sokerimolekyylit aktivoivat merkittävästi tiettyjä immuunisoluja, kuten esimerkiksi makrofaageja ja T-lymfosyyttejä, sekä nostavat immuunoglobuliinitasoa. Kehon korkeampi immuunoglobuliinitaso (vasta-aine) parantaa vieraiden organismien kuten bakteerien, virusten ja kasvainten tunnistusta (My Mondo 2014). Beta-glukaanit eivät pelkästään nosta immuuniteettiä vaan ne sitoutuvat myös kasvainsolujen pinnalle, mikä taas helpottaa makrofaagien ja T-lymfosyyttien kykyä tuhota vieraita soluja (Natural

News, 2007). Vähäisen tutkimustiedon johdosta merkittäviä johtopäätöksiä lakkakäävän vaikutuksesta syöpäsoluihin on kuitenkin kiistanalaista vetää. Isompi määrä tutkimuksia tukee lakkakäävän vaikutusta elimistön tuottamien immuunisolujen lisääntymiseen (Interleukiinit 1 & 2) ja niiden toiminnan paranemiseen (NK-solut), verenpaineen vähenemiseen ja antioksidanttistatuksen parantamiseen. (Leung 2014.)


Sienen sisältämät aineet kuten ganodermahappo, steroidit, kumariini, mannitoli ja sen polysakkariidit ennaltaehkäisevät sydän- ja verisuonitautia (Natural News 2007). Kiinalaiset tutkijat havaitsivat että lakkakääpä parantaa sydänlihaksen hapenkulutusta ja verenkiertoa (Chang & But 1986, 642). Japanilaiset tutkijat taas huomasivat että Reishin triterpeenit alentaa verenpainetta ja kolesterolia sekä estää verihitaleiden paakkuuntumista (Stanislaus 1995, 38–41).














Japanilaiset ja kiinalaiset herbalistit määräävät lakkakääpää unettomuuteen. Pitkäaikainen käyttö lisää syvän unen määrää (Kenneth 1992). Sieni rauhoittaa keskushermostoa, vähentää kofeiinin vaikutusta rentouttaa lihaksia (Chang & But 1987). Rotta kokeissa *Ganoderma lucidum* uute pidensi rottien unta (Mundoreishi 2014).

Triterpeenit ovat steroidien kaltaisia yhdisteitä, jotka estävät kolesterolisynteesiä sekä hillitsevät allergisia reaktioita. Lakkakäävästä löytyvä lanostan niminen aine toimii luonnollisena antihistamiinina (Natural News, 2007). Triterpeenejä on enimmäkseen lakkakäävän itiöemissä. Tutkimuksessa, jossa kroonista keuhkoputken tulehdusta sairastaville annettiin reishiutekapseleita, 60–90 prosenttia potilaista koki saaneensa apua oireisiinsa. Se, että triterpeenit ovat enimmäkseen itiöemissä, tulisikin ottaa huomioon, mikäli hakee lakkakäävästä apua muun muassa keuhkoputken tulehdukseen, astmaan taikka allergioihin. (Stamets 1999, 27.) Teksas health sciencen tutkijat huomasivat että lakkakääpä auttaa myös muihin tulehdustiloihin kuten jäykkiin hartioihin, sidekalvontulehdukseen ja reumatismiin (Stavinoha 1990).

Lakkakäävän antibakteeristen ja –viraalisten tutkimusten tavoitteena on löytää aineita jotka nimenomaan estävät virusten ja bakteerien lisääntymisen vaikuttamatta normaaleihin soluihin. Viimeaikaisissa tutkimuksissa yli 75

prosenttia käävistä tehdyissä uutteissa omaisi antimikrobista aktiivisuutta ja 45 prosenttia 204 lajikkeesta vähensi useiden eri mikro-organismien kasvua. Tutkituista lajikkeista etenkin Ganoderma -suvun käävät, kuten lakkakääpä (*Ganoderma lucidum*) ilmensivät huomattavan voimakasta aktiivisuutta. (Halmetoja 2014.)



	Anti-bacterial	Anti-candida	Anti-inflammatory	Anti-oxidant	Anti-tumor	Anti-viral	Blood pressure	Blood sugar	Cardiovascular	Cholesterol reducer	Immune system	Kidney tonic	Liver tonic	Lungs/respiratory	Nerve tonic	Sexual potentiator	Stress reducer	
Cordyceps sinensis (Cordyceps)	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Ganoderma lucidum (Reishi)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	
Grifola frondosa (Maitake)	•	•			•	•	•	•			•			•	•		•	
Hericium erinaceus (Yamabushitake)	•		•		•										•			
Inonotus obliquus (Chaga)	•		•	•	•	•		•			•		•					
Lentinula edodes (Shitake)	•	•			•	•	•	•		•	•	•	•			•	•	
Monascus pilosus (Benikoji)	•			•	•		•	•		•								
Phellinus linteus (Mesima)	•		•			•												
Pleurotus cornucopiae (Tamogitake)	•				•		•	•		•	•							
Pleurotus eryngii (Eryngii)	•				•		•	•			•							
Pleurotus ostreatus (Oohiratake)	•		•			•	•		•	•	•				•			
Sparasis crispa (Hanabiratake)	•				•						•							
Tremella fuciformis (Shirokikurage)	•				•						•					•		

Kuva 4 Eri sienten lääkinälliset ominaisuudet Stametsin mukaan (Stamets 2005, 26).

Antibioottien tehottomuus esimerkiksi sairaalabakteereja vastaan on lisännyt tutkimustarvetta antibakteerisiin ja antiviraalisiin kasveihin ja sieniin (Sissi, Yuen, Bushwell & Benzie 2011). Useat eri koeputki ja eläinkokeet ovat osoittaneet että lakkakäävällä on antibakteerisia ominaisuuksia. Lakkakäävän vesiute oli esimerkiksi antibiootteja tehokkaampi *E. coli*, *Micrococcus luteus*, *S. aureus*, *B*

cereus, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhi* bakteereja vastaan koeputkitutkimuksessa (Yoon, Eo, Kim & Lee 2008). Hiiret, joille oli annettu päivää ennen lakkakääpä uutetta, selviytyivät *E. coli* ruiskusta huomattavasti paremmin kuin kontrolliryhmä (Ohno, Miura, Sugawara, Tokunaka & Kirigya 1998). Myöskin eräässä toisessa, koeputkiviljelmissä suoritettussa kokeessa 26:en eri lääkinällisen sienen viljelmän todettiin hillitsevän "täydellisesti" *E. coli* kasvu (Halmetoja 2014). Antibakteeriset komponentit eivät ole vielä tunnettuja lakkakääpä uutteissa ja ihmiskokeita tulisi suorittaa. Useamassa eri tutkimuksissa on havaittu että lakkakääpä suojaa ja vahvistaa maksaa (Yanling, Jie & Hui 2008, 415; Kim, Shim & Kyung 1999, 162; Mundo Reishi 2014).

2.3 Viljelytekniikoita

Lakkakäävän maailmanlaajuinen kysynnän nousu on johtanut parannettuihin viljelymenetelmiin. Sienestä ei pelkästään käytetä itiöemää vaan myös rihmasto ja itiöt hyödynnetään. Rihmasto kasvatetaan esimerkiksi riisillä joka jauhetaan jauheeksi. Lääkinälliset ominaisuudet eivät kuitenkaan ole yhtä laajat kuin itiöemän viljelyssä. Markkinoiden uusi tuote on lakkakäävän itiöistä puristettu kallisarvoinen öljy. Eniten käytettyjä menetelmiä maailmalla ovat tukkiviljely, sahanpuruviljely ja riisissä viljely. Monet lakkakäävän viljelijät väittävät että, lakkakäävän lääkinälliset ominaisuudet saadaan maksimoitua kaikista monimutkaisimmalla viljelymuodolla, jossa rihmastolla ympäröidyt tukit haudataan ravintorikkaan mullan alle stabiileissa kasvihuoneolosuhteissa (Four Sigma Foods 2014). Huomattavasti edullisempi sahanpuruviljely on kuitenkin käytetyin menetelmä maailmalla (Canited 2014). Halvin tapa kasvattaa lakkakääpää on ravintoköyhässä riisissä ja se on Four Sigma Foodsin mukaan yleistymässä lännessä. Sientä on kokeiltu kasvattaa erilaisissa maatalousjätteissä. Intiassa onnistuttiin kasvattamaan lakkakääpää myös sahanpurun 22,5 prosentin, oljen 67,5 prosentin ja riisileseiden 10 prosentin sekoituksella (Veena & Padley 2011, 397). Teelehtijäte sahanpuruun sekoitettuna tuotti paremman sadon ja biologisen aktiivisuuden kuin normaali kasvualusta (Peksen & Yakupogulu 2009, 611). Myöskin auringonkukan siementen kuoria on hyödynnetty

lakkakäävän viljelyyn (Gonzales-Matut, Figulas, Devalis, Delmastro, Curvetto) 2012, 19).

Sekä luonnonvarainen, että viljelty kääpä, vaatii ihanteelliset ympäristötekijät itiöemän muodostumiseen. Kosteuden, lämpötilan, hiilidioksiinipitoisuude, ilmanvaihdon ja valon määrän tulee olla tasapainossa. Oikeaan aikaan kerätty täyskasvuinen itiöemä tuottaa vahvimmat lääkinälliset ominaisuudet, kuin myöhäinen korjuu, joka vähentäen niitä. Kolmen sukupolven lakkakäävän viljelijäperhe Mayuzumi väittää, että kontrolloidussa olosuhteissa kasvanut kääpä on ominaisuuksiltaan useimmiten parempi kuin luonnosta löydetty villi ilmansaasteille alistunut lakkakääpä. Mayazumin yritys tuottaa lakkakääpää japanilaisilla tammipölkyillä. (Mikei 2014.)

Japanissa ja Kiinassa lakkakäävän kasvatus tapahtuu useimmiten samaan tapaan kuin esimerkiksi kasvatettaessa siitakesientä (*Lentinula edodes*) tai osterivinokasta (*Pleurotus ostreatus*) rihmastolla tai itiösuspensiolla inokuloidussa lehtipuupölkyssä tai sahanpurupusseissa. Täysin synteettinen alusta, jonka kaikki komponentit tunnetaan tarkasti, ei tuota läheskään yhtä suurta satoa kuin niin sanottu luonnollinen alusta. Lakkakäävän nesteviljely tuottaa rihmastoja, mutta monista kokeiluista huolimatta itiöemiä ei ole saatu muodostumaan. (Nyberg, 1994.)

2.31 Kantoviljely

Hakkuiden jälkeen metsään jää suuria määriä kantoja, joiden taloudellinen arvo on mitätön. Kantoviljelyn etu suuren massansa lisäksi on juurien passiivinen hyödyntäminen. Kapillaari-ilmiön avulla kanto imee vettä itseensä. Kapillaari-ilmiö lisääntyy vielä enemmän sienirihmaston vallatessa kannon. Oikea puulajin valinta ja varjoinen paikka ovat tärkeässä asemassa kun rihmastoja inokuloidaan luonnossa. Hitaasti lahoavat lehtipuut kuten tammi, vaahtera tuottanevat parhaan sadon siitakesienellä. Havupuille soveltuvat vain tietyt sienilajit (Goba 2014). Saniaiset, sammaleet ja jäkälät ovat hyviä indikaattoreita sopivalle mikroilmastolle sienten kasvulle. Muiden sienilajien esiintyminen kannoilla vaikeuttaa kantoviljelyä.



Kantoviljely

Kuva 5 Yksinkertainen kantoviljelytekniikka puutapeilla (Stamets 2000, 31).

Kasvukautena metsissämme leijuu biljoonittain eri sienitiöitä. Tuore kanto on kuin haava odottamassa villien sienirihmastojen asuttamista. Olisi tärkeätä inokuloida kannot halutulla sienirihmastolla mahdollisimman nopeasti hakkuun jälkeen. Kaarnan tulisi olla vahingoittamaton. Se estää veden haihtumisen ja muiden sienitiöiden kasvumahdollisuuksia. Myöskään kannoille, joilta valuu mahlaa, ei kannata sienirihmastoja ympätä, koska rihmasto voi homehtua, mikäli se joutuu kosketuksiin mahlan kanssa. Mikäli inokulaatio onnistuu, voidaan satoa odottaa muutaman vuoden päästä. Suuret kannot voivat tuottaa satoa monta vuotta peräkkäin ilman minkäänlaista työpanosta. Pienemmät kannot tuottavat satoa nopeammin, mutta kanto lahoaa lopulta nopeammin kuin isompi kanto.

Kantoviljelyllä on muitakin hyötyjä. Ensinnäkin kantoviljely voisi aloittaa ympäristöystävällisen ja helppohoitaisen puutuote-alan Suomessa. Toiseksi kantojen lahoaminen nopeutuu mikä edesauttaa metsän muiden asukkaiden hyvinvointia ja virkistää ekosysteemiä sekä luo vielä kaiken lisäksi kasvualustoja uusille taimille. Kolmanneksi kantoviljelyllä voidaan myös torjua lois-sieniä, jotka vahingoittavat metsiämme. (Stamets 2000, 30.)

Maailmalta löytyy muutamia kantoviljelykokeita. Pagony (1973) viljeli Osterivinokasta (*Pleurotus ostreatus*) Itä-Euroopassa isoilla haavankannoilla

onnistuneesti. Keväällä inokuloitu kanto tuotti jo syksyllä satoa ja jatkoi itiöemien muodostamista monta syksyä sen jälkeenkin. Hän korjasi noin puoli kiloa satoa kannosta per vuosi. Ranskalaiset Anselmi ja Deandrea (1982) huomasivat että osterivinokas viihtyy parhaiten tuoreissa hieman varjossa olevilla haavan ja pajunkannoilla. Heidän tutkimuksensa todisti myös että osterivinokas hyökkäsi vain kuolleeseen puuhun eikä koskaan levinnyt parasitiiksi eläviin puihin. (Stamets2000,30.)

Sienirihmaston valtaamia puutappeja käytetään eniten kantojen inokulointiin. Pieniä reikiä porataan kantaan, jonka jälkeen tapit lyödään vasaralla sisään puuhun kuten kuvassa 6. Mehiläisvahalla voidaan peittää reiät suojaan rihmastoilta muilta sieniltä, hyönteisiltä, säältä ja bakteereilta mutta tämä toimenpide ei ole välttämätön. Myöskin levytekniikkaa ja v-mallisia sahauksia käytetään kantojen inokulointiin kuten alla kuvassa 9. Kannosta leikataan palanen tai se leikataan kokonaan poikki minkä jälkeen sahanpurussa olevaa rihmastoasetetaan leikatulle pinnalle. Tämän jälkeen puunpalanen laitetaan takaisin paikallensa ja varmistetaan narulla tai naulalla että se pysyy paikoillaan. Helpoin inokulointitekniikka lienee itiöiden levittäminen moottorisahan biohajoavaan teräketjuöljyssä. (Stamets 2000, 30.)

2.32 Tukkilijely

Tukkilijelyn etuna on, että se on hyvin luonnollinen ja yksinkertainen viljelytekniikka. Toisaalta se on myös työläs ja hyvin hidastuottoinen verrattuna sterilisoi- tuun sahanpuruviljelyyn. Sahanpuruviljely vaatii kuitenkin viljelijältä hieman erityisosaamista laboratoriotekniikoissa.



Kuva 6 Puutapeilla ympätyt koivutukit haudattuna puoleksi maan alle.

Pohjois-Amerikassa on kehitetty ammattikäyttöön soveltuvia työkaluja tukkiviljelyyn. Kulmahiomakoneeseen asennetulla terällä voi tukkiin porata jopa kolmekymmentä reikää minuutissa. (Iso-Orvokkiniitty 2015.)

Monenlaiset lehtipuut soveltuvat hyvin sienten viljelyyn. Puu tulisi kaataa keväällä ennen lehtien puhkeamista jolloin pintapuuh sisältää eniten sokereita. Kaadetut puut eivät saisi säilytyksessä koskettaa maata ja ne tulisi inokuloida rihmastolla muutaman viikon sisään. Viljelijät suosivat lehtipuita, joiden pintapuun suhde sydänpuuhun on suuri. Nopeakasvuiset puut kuten leppä, haapa ja poppeli ovat suosittuja puita lahottajasienten viljelyssä. Koivu ja leppä sietävät huonosti sään ja erityisesti kosteuden vaihtelua. Tiheät paksukaarnaiset jalopuut kuten tammi rappeutuu hitaammin tukkiviljelyssä. Puulajin valinnalla viljelijä voi vaikuttaa itiöemien muodostumisnopeuteen ja sadon kestoon vuosissa. Tiheät puulajit kuten esimerkiksi tammi lahoaa hitaasti tuottaen satoa monta kesää peräkkäin. Rihmastolla kestää kauan ennen kuin se on vallannut tammen. Lepän rihmasto valtaa nopeasti, mikä voi johtaa jo sienisatoon seuraavana kesänä. Leppä kuitenkin maatuu nopeampaa kuin tiheämmät puulajit antaen vuosissa mitattuna vähemmän satoa.



Kuva 7 Kolonisoituneiden puutappien hakkaus pölkkyyn.

Tukit olisi hyvä liottaa vedessä ennen puutappien ympppäämistä. Tukkien kosteusprosentin tulisi pysyä viljelyn aikana 45–60 prosentissa. Kastelutekniikoita on monia erilaisia. Viljelijät joko liottavat tukkeja harvoin vedessä (vuorokauden) tai kastelevat niitä päivittäin. Pääasia on että tukit eivät pääse kuivumaan. Varjoinen ja kostea paikka voi pärjätä Suomessa hyvinkin ilman kastelua. Lakkakäävän viljelyssä puolet tukista haudataan hiekkaiseen maahan jolloin maan kosteus pääsee imeytymään tukkiin kompensoiden vedenhaihtumista yläpäästä.



Kuva 8 Leppä pölkkyt likoamassa.

Tukkien inokulointimenetelmät ovat samanlaisia kuin kantoviljelyssä. Eniten käytettyjä menetelmiä ovat koivupuutappien vasaroiminen pölkkyyn, rihmaston valtaaman sahanpurun lisääminen porattuihin reikiin tai moottorisahalla tehtyjen viiltojen sisään. Katso kuvat seitsemän ja yhdeksän.



Kuva 9 V-mallinen ymppästekniikka.

2.33 Sahanpuruviljely

Sahanpuruviljely aloitetaan yleensä ymppäämällä viljajyvissä kasvanutta rihmastoja sterilisoituun sahanpuruun. Tarkoituksena on saada tarpeeksi rihmastoa valtaamaan sahanpurua mikä myöhemmin ympätään varsinaiseen kasvualustaan. Monet sieniviljelijät hyppäävät sahanpuruvaiheen yli ja ymppäävät viljajyvät suoraan kasvualustaan. Varsinainen rikastettu kasvualusta koostuu yleensä sahanpurun lisäksi puuhakkeesta, kipsistä ja typpirikkaista kaurahiutaleita. Kipsiä lisätään 1-2 prosenttia ja kaurahiutaleita 5-20 prosenttia

kokonaiskuivapainosta. Maatalouskipsi parantaa kasvualustan koostumusta, tasoittaa pH:ta ja parantaa satoa. Mikä tahansa tuore lehtipuusahanpuru käy sienien kasvualustaksi. Stametsin mukaan sahoilta haettu puru on suotavaa. Huonekaluvalmistajien sahanpuru on usein jo liian hienoa rihmastolle (Stamets 2000, 145).

Sahanpurun kosteuden tulisi olla 60–70 prosenttia laitettaessa purua hengittäviin sienikasvatuspusseihin tai ekologisempaa vaihtoehtona käytettyihin lasipurkkeihin. Kolmen litran leveäkaulaiset hillosipuli- ja Riihimäen lasipurkit soveltuvat viljelyyn todella hyvin. Lasipurkin kannessa pitää olla pieniä reikiä, joissa on hengittävä mikrohuokosfilteri. Apteekissa myytävä Micropore- teippi soveltuu hyvin pienviljelijän tarpeisiin. Ylimääräinen vähäinen vesi purkin pohjalla ei yleensä haittaa. Rihmasto sietää hyvin laajan kosteudenvaihtelun sahanpuruympin valmistuksessa. Myöhemmin ympättäessä sahanpurua varsinaiseen rikastettuun kasvualustaan lisätään vain hieman vähemmän vettä. Neljä litraa rihmaston valtaamia ruisjyviä riittää hyvin kymmenen reilun kahden kilon kostean sahanpurupussin ympäämiseen. Steriilit olosuhteet ovat erittäin tärkeitä siirrettäessä jyviä sahanpurupurkkeihin. (Stamets 2000, 146.)

Kasvatusprosessi sahanpuruilla voidaan jakaa useampaan eri vaiheeseen. Ensimmäiseksi valitaan homeesta vapaita tuoreita luomuviljajyviä, jotka liotetaan yön yli ja sen jälkeen sterilisoidaan 1-4 tuntia painekattilassa riippuen jyvien määrästä. Radical Mycology sivuston pitäjä Peter McCoy suosittelee myös lyhyttä jyvien keittämistä, jotta kosteus häviää jyvien pinnalta ja kontaminaatoriski vähentyy verrattuna pelkästään liotettuihin jyviin. (McCoy 2014). Sieniviljelijät suosivat useimmiten ruis- tai vehnäjyviä, mutta kaikki muutkin viljat käyvät. Kuivattujen ruisjyvien kosteus on noin 11 prosenttia koko painosta. Jyvien kosteusprosentti ennen painekattilassa sterilisointia tulisi olla 38–55 prosenttia. Liian suuri vesimäärä lisää jyvien kontaminaatoriskiä ja liian kuivat jyvät hidastavat rihmaston kasvua.

Petri-lautasella ravintoliuoksessa kasvanut rihmasto ympätään sterilisoituneisiin jyväpurkkeihin jonka jälkeen purkit ravistellaan hyvin. Mikäli rihmastonpalasia jää kiinni pussiin tai purkin lasiin pieni kopsautus sormella pudottaa rihmaston jyvien sekaan (Gluckspilze 2014.) Viikon päästä jyvät ovat täysin kolonisointuneet

rihmastosta.

Toisena vaiheena lisätään jyviä sahanpuru- pusseihin tai purkkeihin steriileissä olosuhteissa useimmiten laminaarivirtauskaapin pöydällä. Käsien ei tulisi koskea pussin sisäpintaa missään vaiheessa kontaminaatoriskin vuoksi. Jyvien pitäisi olla irrallaan toisistaan, jotta ne tippuisivat sutjakkaasti sahanpurupusseihin. Purkkeja käytettäessä kannet tulisi asettaa ilmavirran ylävirtaan. Oikeakätisten paras ympppitekniikka useaan purkkiin pöydällä on vasemmalta oikealle. Kauimmaisat purkit ympätään ensimmäisinä. Kolmas vaihe on täysin samanlainen kuin toinen vaihe, mutta sahanpuru ympätään rikastettuun kasvualustaan.

Lopuksi sahanpurupussit suljetaan kuumasaumaus laitteella (sinetin). Sieniviljelijät käyttävät myös muovisia pussinsulkimia ja teippiä, mutta kuumasaumaisimella polttaminen lienee yleisin tapa. Tärkeintä tässäkin on, että koskettaa sormilla vain pussin ulkopintoihin. Pusseihin kannattaa jättää neljännesosa ilmaa sinetöidessä, etteivät anaerobiset bakteerit pääse lisääntymään ja että pussia on helppo ravistella. Sinetöidessä saattaa jäädä pieniä reikiä pussiin. Tiivistämällä pussia sinetikohtaan päin ja puristamalla alaspäin selviää helpoiten pussin ilmanpitävyys. Mikäli pihahdus ääni kuuluu, on pussi sinetöitävä uudestaan. Sienihautomossa pussit tuottavat hieman lämpöä, joten niitä ei tulisi asettaa liian lähelle toisiansa. (Stamets 2000, 148.)

Hautomossa esikasvatusvaiheessa on lämpötilan pysyttävä 21–27 °C välillä ja tuuletuksen on oltava hyvä. Hiilidioksidipitoisuus ei saisi nousta yli 5 prosenttia (50000ppm). Korkea hiilidioksidipitoisuus johtaa niin sanottujen antlereiden (sarvien) kasvuun, ja itiöemää ei muodostu sekä liian korkea lämpötila hautomossa voi olla viljelyssä tuhoollista, sillä korkeissa lämpötiloissa heräävät autoklaavi-käsittelyn kestävät termofiilit ja mikrobit kontamimoimaan kaikki kasvualustat. (Mikkonen 2013, 5). Rihmasto valtaa kasvualustan 2–3 viikon kuluessa optimiolosuhteissa, jolloin se voidaan siirtää kasvatustilaan. Kasvatustilan lämpötila pidetään hieman alempana kuin hautomon ja suhteellinen ilmankosteus tulisi olla yli 90 prosenttia. Hiilidioksiditaso pidetään kasvatushuoneessa 2-3 viikon ajan 2000–5000ppm, jonka jälkeen se pitää laskea alle 2000ppm:ään, jotta käävän muodostuminen alkaisi. Optimaaliset

valo-olosuhteet kääpien muodostumisen alkuvaiheessa on 500–1000 luxia ja loppuvaiheessa 750- 1500 luxia. Jälkimmäistä lux-määrää käytetään suurta tarkkaavaisuutta vaativille näkötehtäville. (Stamets 2000, 349.)

Tällä tekniikalla saadaan kaksi satoa 90–120 päivän kuluessa viljelyn aloittamisesta. Kaksi kiloa kasvualustaa sisältävän kasvatuspussin ensimmäinen sato on noin 125–200 grammaa kääpää (tuore paino), toisen sadon ollessa noin 25–50 prosenttia ensimmäisestä. (Stamets 2000, 349)

3 TUTKIMUS SUOMALAISILLA PUULAJEILLA

Työni tavoitteena on selvittää millä suomalaisilla puulajisekoituksilla lakkakääpä muodostaa terveen itiöemän parhaiten. Käytin kahta eri kantaa ja neljää eri puulajia.

Amerikkalaisen kannan kasvatusalustat näkyvät alla.

- Männyn puru, koivunlastu, kaurahiutale, kipsi.
- Koivun puru, koivunlastu, kaurahiutale, kipsi
- Lepän puru, koivunlastu, kaurahiutale, kipsi

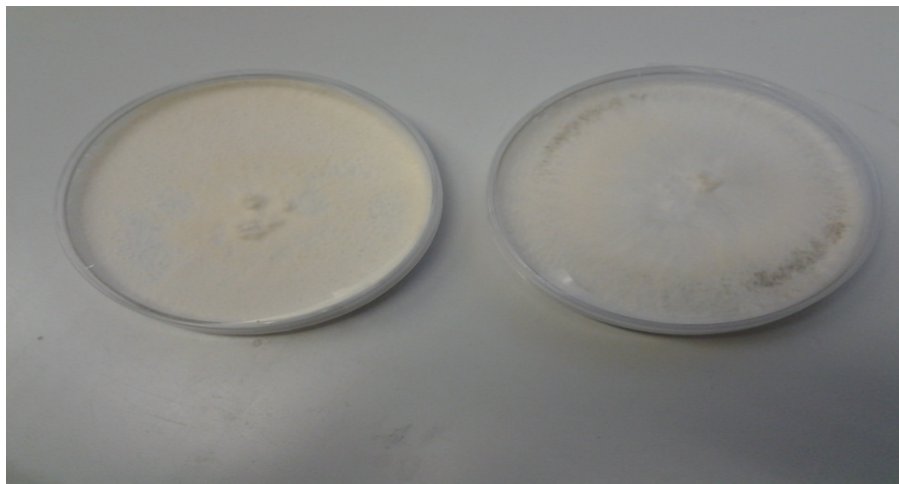
Suomalainen kannan kasvatusalustat luetellaan alla.

- Koivun hieno puru, koivun lastu, luomukaurahiutale, kipsi
- Lepän puru, lepän lastu, luomukaurahiutale, kipsi
- Kuusen puru, kuusen lastu, luomukaurahiutale, kipsi
- Männyn puru, männyn lastu, luomukaurahiutale, kipsi

Raaka-aineiden painosuhteet kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4.2. Puhdasta männyn purua oli helppo löytää Rovaniemen alueelta. Saimme männyn purun ja koivunlastun Mikkonen Oy nimiseltä yritykseltä lahjoituksena. Lepän purua ja lastua oli vaikeampi saada käsiimme. Lepän savustushakkeen ja purun jouduimme ostamaan Etelä-Suomesta. Ensimmäinen koe männyllä tehtiin vanhoissa säilykekurkku lasipurkeissa joissa oli folio kantena. Muut kokeet suomalaisella kannalla suoritettiin hengittävässä 4 litran sienikasvatuspusseissa. Suomalaisen kannan kokeet tehtiin kaikki samankokoisissa käytetyissä lasipurkeissa ekologisista syistä. Purkkien kansiin teimme reikiä jotka peitettiin apteekista ostetulla micropore-teipillä.

Kasvatusprosessin kuvaus esitetään alla lyhyesti.

1. Tilattua rihmastoja siirretään steriilissä ilmavirrassa useille perimaljoille, jossa rihmasto kasvaa hyytelöityneessä mallasuute ravintoalustassa. Apuna käytetään sterilisoitua skalpellia.
2. Elinvoimaisimman näköisistä rihmastoista leikataan steriilillä veitsellä palasia, jotka ympätään laminaarisvirtauskaapin ilmavirrassa painekattilassa sterilisoituneisiin viljanjyväpurkkeihin. Rihmastonpalasista voidaan myös tehdä nesteviljelmä, joka kaadetaan jyvien päälle.
3. Viikon jälkeen viljanjyvät ympätään rikastettuun kasvualustaan (sahanpuru, puulastu, kipsi, kaurahiutale) suhteessa 1:10 tai isomassa.
4. Sahanpurupussit- tai purkit avataan kosteissa, hyvän ilmanvaihdon omaavissa tiloissa kun rihmasto on täysin vallannut kasvualustan ja pieniä sienenkalkuja (primordia) näkyy. Kääpien muodostus alkaa hiilidioksiditason laskiessa.



Kuva 10 Amerikkalainen ja suomalainen rihmasto petriمالجalla

Monet sieniammatilaiset ymppäävät viljanjyviä sahanpuruun ja myöhemmin vielä sahanpurun varsinaiseen kasvualustaan. Me kokeilimme tätä menetelmää alussa. Sahanpuru oli liian kauan pussissa ja muuttui yksinäiseksi kiinnittyneeksi palaseksi, jota ei millään olisi voinut vain kaataa varsinaiseen kasvualustaan. Valitsimme tämän vuoksi viljanjyväympin menetelmäksemme.

Esittelen alla kuvissa 11 ja 12 vuoden 2013 ja 2014 viljelyprosessin aikajanalla. Vuonna 2013 aloitimme viljelyn kaksi kuukautta aikaisemmin. Vuoden 2014 viljelyprosessi aloitettiin hieman liian myöhään, koska syyskuun lopussa jouduimme jo käyttämään ulkopuolista lämmitystä sienihallissamme.

Amerikkalaisen kannan viljelyprosessi 2013

					
<p>28.2.2013 Rihmaston tilaus fungi.com</p> <p>13.3.2013 Rihmaston jako ja kasvatus 15. petrilautasella.</p>	<p>30.4 Parhaan näköisestä rihmastosta tehdään nesteviljelmä.</p>	<p>3.5. Nesteviljelmän ympäpäminen männyn sahanpuru kasvualustaan ja vehnäjiivien.</p>	<p>23.5.2013 Vehnäjiivien ympäpä kasvualustaan</p>	<p>12.7.2013 Kolonisointuneet kasvatusalustat nostetaan kosteutettuun sienitehtaan Rihmasto ei kolonisoiutunut männyn sahanpurupurkkeja. Teiltään nostettiin vain lehtipuilla kasvaneet kasvualustapussit.</p>	<p>29.7. Ensimmäiset sienialut näkyvissä. Sekä leppää että koivua sisältävät kasvatusalustat tuottivat itiöemät.</p> <p>12.8 Käävät leikataan irti kasvualustasta homeen leviämisen vuoksi ja nautittiin teenä.</p>

Kuvat Christian Lankinen 2013


 Maalis—Huhti—Touko—Kesä—Heinä—Elo

Kuva 11 Amerikkalaisen kannan viljelyprosessi

Opimme paljon ensimmäisenä vuonna viljelyprosessista. Seuraavana vuonna pyrimme välttämään kasvatuspusseja ja keräsimme käytettyjä lasipurkkeja viljelyyn. Saimme myös Kuopion Yaran tehtaalta lahjoituksena maatalouskipsiä, joka soveltui paremmin sienten viljelyyn kun askartelukaupasta ostettu kipsi.

Suomalaisen kannan viljelyprosessi 2014



31.4 Suomen luonnosta eristetyn rihmaston tilaus Hambi kantakokeelmasta Helsingin yliopistolta

12.5. Rihmaston jako ja kasvatus 15. petrilautasella.

22.6 Petrilautasilta leikataan rihmastonpalasia jyviin ja jätetään kolonisoitumaan.

4.7 Kasvualustan valmistaminen ja jyvien ympäys kasvualustaan

Kasvualustan kolonisoituminen kesti noin 6 viikkoa.

15.8 Leppää ja kuusta sisältävät kasvualustat nostettiin kasvusteltiltaan. Ilmankosteus ja ilmanvaihto säädettiin manuaalisesti. Koivu ja mänty nostettiin viikkoa myöhemmin.

4.10

Kasvatustilojen lämmitys ja kosteus lopetettiin, koska itiöemät eivät muodostuneet.

Kuvat Christian Lankinen 2014

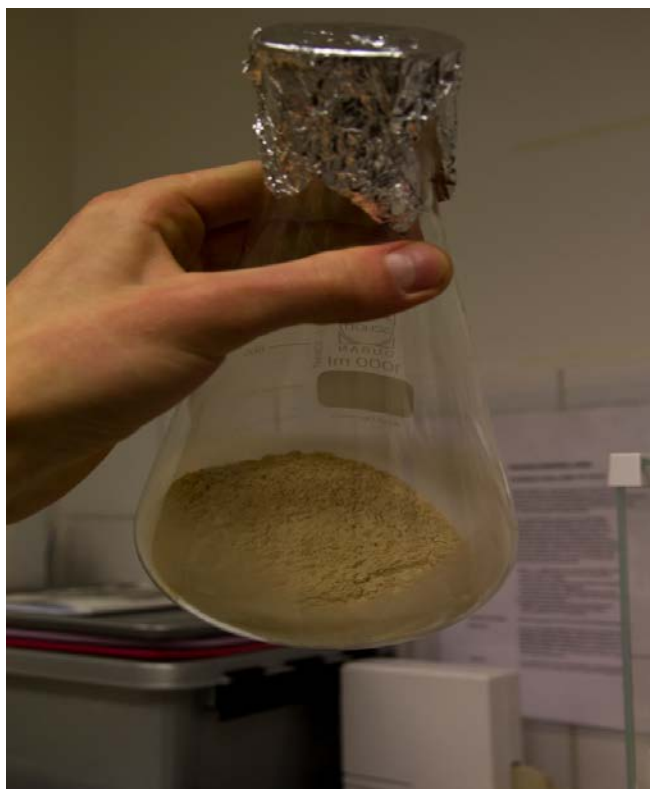
Touko-----Kesä-----Heinä-----Elo-----Syys

Kuva 12 Suomalaisen kannan viljelyprosessi

3.1 Nesteviljelmän- ja jyväympin valmistus

Nesteviljelämä tarkoittaa rihmaston kasvatusta sienirihmastolle sopivassa ravintonesteessä. Mallas-uute, hiivauute ja agar- kasvualustalla kasvanut puhdas ja terve sienirihmasto tulee olla valmiina ennen kuin nesteviljelmän tekoon voidaan ryhtyä. Kasvualustan ympäys nesteellä on huomattavasti nopeampaa kuin rihmastonpalasilla. Sienirihmasto nesteessä leviää laajemmalle pinta-alalle kasvualustalla kuin petrilautaselta palasina kaavittu rihmasto mikä johtaa nopeampaan kolonisaatioon. Nesteviljelmällä ympättyjä jyviä ei tarvitse kuin kerran ravistaa nesteen kaadon jälkeen, jotta täysi kolonisaatio saavutetaan. Petri-lautaselta ympättyjä jyväpurkkeja pitää ravistella useamman kerran.

Nesteviljelmän laboratoriotyöskentely suoritettiin Rovaniemen Maa- ja elinkeinotalouden tutkimuskeskuksella (MTT) vanhemman tutkimuskoordinaattori Rainer Peltolan johdolla. Pohjoisten luonnonraaka-aineiden tuotannon kehityshanke POLUT tuki rahallisesti tutkimusta.



Kuva 13 Nesteviljelmän kuivaaineet pullossa

Nesteviljelmä resepti selostetaan alla tarkasti (Stamets, 2000, 137).

1 l vettä

40 g ohramallas sokeria

3-5 g koivun sahanpurua

2 g hiivauutetta

1 g kalsiumsulfaattia (kalkki)

Valmistimme nesteviljelmän Paul Stametsin reseptin mukaan. Mittasimme ensin kuiva-aineet erlenmayer-pulloihin, minkä jälkeen kaadoimme vettä jokaiseen pulloon. Kuiva-aineet sekoitettiin veteen huolellisesti ennen painekattilaan asettamista. Suljimme pulloet pelkästään alumiinifoliolla ennen sterilisoimista. Kolmen nestemäistä kasvualustaa sisältävän pullon lisäksi mittasimme kolmeen erilliseen pulloon vettä noin 250 ml, ja myös ne laitettiin sterilisoitumaan 45 minuutiksi 120 asteen lämpöön.



Kuva 14 Nesteviljelmät ja kolme vesipulloa menossa autoklaavin.



Kuva 15 Rihmaston kaavinta petrimaljalta sterilisoituun veteen laminaarivirtauskaapin ilmavirrassa.

Kun kasvualustat ja vesipullot olivat jäähtyneet hieman, nostimme ne laminaarivirtauskaapin ilmavirtaan jäähtymään. Sen jälkeen siirsimme petrimaljalta rihmastoja jokaiseen pieneen vesipulloon. Siirtosilmukka kasteltiin aina ennen siirrosta spriissä, jonka jälkeen alkoholi poltettiin siitä pois. Nesteviljelmän inokuloinnissa käytettiin petrilautasilla elinvoimaisimmin kasvavia rihmastoja. Tämän jälkeen rihmasto hienonnettiin huippu nopealla erikois-sekoittimella, joka pilkkoo rihmaston tuhansiksi pieniksi paloiksi. Stametsin mukaan rihmasto toipuu tästä käsittelystä hyvinkin nopeasti (Stamets 2000, 137).

Lopuksi kunkin vesipullon sisältö kaadettiin jäähtyneeseen nestemäistä kasvualustaa sisältäneeseen erlenmayer-pulloon laminaarivirtauskaapin edessä ja asetettiin ne magneettiselle sekoittimelle odottamaan tulevaa käyttöä. Magneettisekoitin osoittautui liian heikoksi, joten käytimme lopulta pyörivää liikettä tekevää sekoituspöytää rihmaston sekoittamiseen. Erlenmayer pullo oli sekoittimessa huoneenlämmössä neljä päivää jonka jälkeen laite pysäytettiin ja

ymppäys suoritettiin. Stametsin mukaan nesteviljelmä on käytettävä sen ollessa elinvoimaisin. Yli viikon vanha nesteviljelmä sulautuu näkyväksi yhtenäiseksi rihmastomatoksi helposti (Stamets 2000, 139.) McCoy ei käytä nesteviljelmän sekoituksessa ollenkaan automaattista sekoituspöytää vaan ravistelee manuaalisesti pullot kerran päivässä, jotta rihmasto leviää hyvin nesteeseen (McCoy 2014). Meillä oli kuitenkin pieni sekoituspöytä käytössä, joten käytimme sitä.



Kuva 16 Rihmaston sekoitus

3.2 Kasvualustan valmistus ja ymppäys

Aloitimme kasvualustan valmistamisen liottamalla sahanpurua ja lastuja vedessä, minkä jälkeen lisäsimme luomukaurahiutaleita ja kipsin kasvualustan sekaan. Mittasimme seuraavat painosuhteet kasvualustallemme:

Sahanpurua	39 %
Puulastuja	39 %
Luomu kaurahiutale	20 %
Kipsiä	2 %



Kuva 17 Tarvittavat välineet kasvualustan tekoon.

Käytimme samoja mittasuhteita kaikissa amerikkalaisen kannan kokeissa. Ensimmäiseen kokeeseen hyödynnettiin isokaulaisia lasipurkkeja ja seuraavaan sienikasvatukseen tarkoitettuja mikrofilterillä varustettuja kasvatuspusseja. Suomalainen kanta ympättiin samankokoisiin lasipurkkeihin pienemmällä kaurajyvien määrällä 7-10 %. Päädyimme pienempään jyvien määrään vahingossa laskuvirheen takia, jonka huomasimme vasta jälkeinpäin. Suomalaisessa kokeessa oli enemmän puulastuja ja sahanpurua suhteessa muihin aineisiin. Raaka-aineita käytimme noin kaksi kiloa jokaiseen kasvatusalustaan.



Kuva 18 Kasvualustat menossa painekattilaan.

Amerikkalaisen kokeen nesteviljelmän valmistuttua muutaman päivän päästä kaadoimme sen tasavertaisesti lasipurkeissa olevaan männyn sahanpuru kasvualustaan. Koivun- ja lepän sahanpurua oli vaikea löytää, joten suoritimme ympäyksen jyvistä kasvualustaan myöhemmin. Suomalaisen kanta ympättiin kokonaan kolonisoituneista kauranjyvistä.



Kuva 19 Kaurahiutaleita typin lähteenä ja maatalouskipsiä koostumuksen parantamiseksi.

3.3 Itiöemän tuotanto

Kasvatusalustat siirretään kostutettuun kasvatustilaan kun rihmasto on ne täysin kolonisoinut. Meillä oli käytössämme 12 neliön telttä. Monet sieniharrastelijat kasvattavat sieniä perunakellarin tapaisissa oloissa Youtube- videoiden perusteella. Monesti kasvatuspussin tai purkin sisällä näkyy jo pieniä sienen alkuja, jotka ovat varma merkki siitä että sientenkasvatus voi alkaa. Lakkakääpä kasvat-
taa niin sanottua antleria, eli pitkää vartta, hapen puutteen vuoksi. Mikäli kasvat-
tuspusseja tai purkkeja ei avata itiöemät jäävät vain laihoiksi tikuiksi liian suuren
hiilidioksidinmäärän vuoksi.

Kokeessamme kasvualusta kolonisoitui eri aikaan, mistä kerrotaan seuraavissa kappaleissa tarkemmin. Rihmaston kolonisoitua koko kasvualustan siirsimme purkit tai pussit kasvatusteltiltaan. Kasvatusteltassa oli ajastettu ilman kostutin ensimmäisenä vuonna. Toisena vuonna teltiltaan asennettiin myös koneellinen ilmanvaihto. Kokeissamme emme nähneet vielä sienten kasvua pusseissa tai purkeissa vaan ne alkoivat kasvaa vasta teltassa kesällä 2013. Lakkakäävän tulisi kasvaa täysikasvuiseksi 6-8 viikossa optimaalisissa kasvuolosuhteissa sisätiloissa.

4 TUTKIMUKSEN TULOKSET

4.3 Amerikkalainen kanta

Esittelen tässä osiossa ensin amerikkalaisen kannan tulokset ja kuvat vuodelta 2013. Sen jälkeen tuon esille seuraavana vuonna tehdyn tutkimuksen suomalaisella lakkakääpä kannalla. Amerikkalainen kanta kasvatettiin mikrofilttereillä varustetuissa pusseissa (mäntyä lukuun ottamatta) ja suomalainen hengittävässä lasipurkeissa.

Lakkakäävän amerikkalaisen kannan kasvatusta tuotti tulosta lehtipuilla kasvatetulla kasvualustalla. Männyssä käävän rihmasto ei lähtenyt leviämään, vaikka kolonisoitumisaikaa pidennettiin muutamalla viikolla. Lasipurkin kaula-aukolla pidettiin pelkkää alumiinifoliota hennosti päällä varmistaen kaasunvaihto. Yhtään kontaminaatiota ei pussien sisälle pääsyt kolonisoitumisvaiheessa. Rihmasto levisi vain lasipurkin päältä männyn sahanpurussa, mutta ei koskaan kolonisoinut koko kasvualustaa. Voi olla että mänty oli huonompaa ravintoa rihmastolle ja se tämän takia tarvitsi enemmän happea.

Varmistimme vielä lopuksi ettei lasipurkki ollut syynä huonoon kolonisaatioon siirtämällä kasvualustan steriileissä olosuhteissa samanlaiseen kasvatuspusseihin missä muutkin kokeet suoritettiin. Kuitenkaan rihmasto ei levinnyt sahanpuruun



Kuva 20 Sama rihmasto kahden viikon jälkeen ruisjyvissä ja männyn sahanpuru kasvualustalla. Kuva Lauri Mikkonen

ravistelusta huolimatta. Koivunlastut, jotka olivat päässeet kosketukseen rihmaston kanssa, olivat kolonisoituneet mikä viittaa siihen että mänty ei tälle amerikkalaiselle *Ganoderma lucidium* kannalle ollut soveltuva kasvualusta. Mänty on huomattavasti happamampi kasvualusta kuin lehtipuut. Myöskin runsas hartsimännnyssä saattaa estää rihmaston kasvua. Lakkakäypää on kuitenkin löydetty Suomestakin kasvamassa kuusella. *Ganoderma* sukuun kuuluva *Ganoderma tsugae* on hyvinkin yleinen havupuilla, mutta meidän *lucidium* kantamme ei tähän soveltunut.



Kuva 21 Sienen alut eli primordiat. Kuva AnnaLuna photography

Lakkakäävän amerikkalainen rihmasto valtasi noin viidessä viikossa sekä koivusta että lepästä koostuneet kasvualustat. Varmistelimme kasvualustan täyden kolonisointumisen ravistelemalla pusseja viikon välein. Kuitenkin kun avasimme pussit kasvatussteltassa, huomasimme, että kasvualusta ei ollut täysin kolonisoinut, vaikka pussin läpi katsottaessa siltä näytti. Koivun lastut olisivat voineet olla hieman pienempiä.



Kuva 22 Kasvualusta kasvatuspussi poistettuna.

Kasvatuspussit avattiin kesäkuussa 2013 siihen valmistellussa kasvatussteltassa, jossa vallitsi 95 prosentin kosteus. Ilmanvaihtoa ei isossa 12 neliön tellassa ollut ollenkaan mikä varmasti vaikutti homeen esiintymiseen myöhemmin. Noin kahden viikon jälkeen niin sanotut primordiot, eli pienet sienien alut tulivat näkyviin. Muutama viikko sen jälkeen kasvualustalla alkoi muodostua itiöemiä.



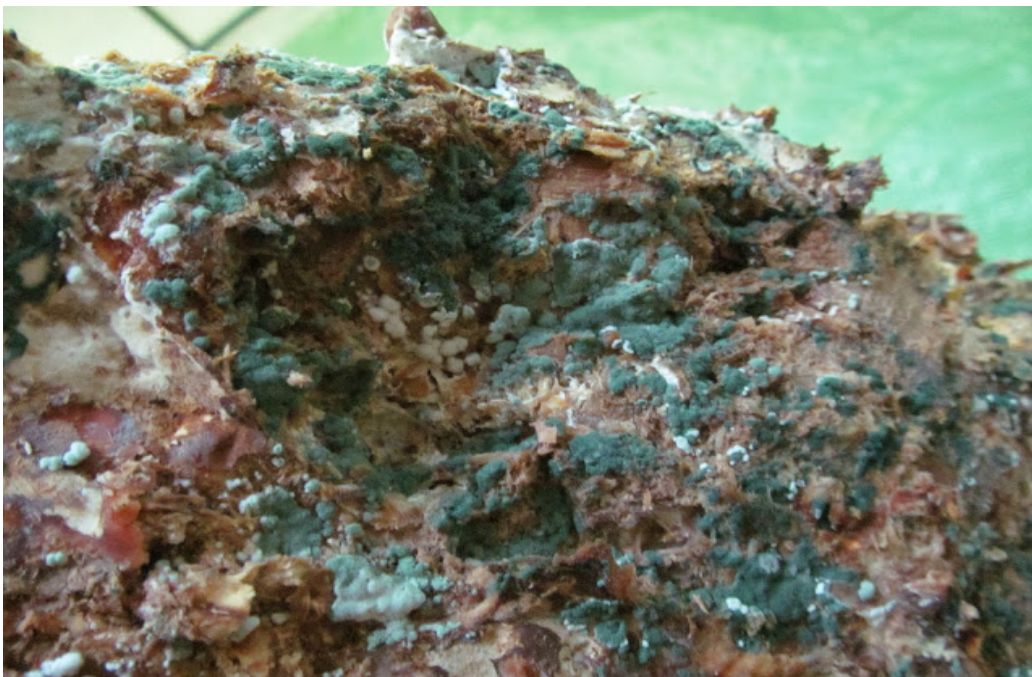
Kuva 23 Itiöemä elokuu 2013.

Viiden viikon jälkeen huomasimme kasvatuszeltassa ongelman. *Trichoderma* home oli hyvin vahva kilpailija lakkakäävälle emmekä pystyneet sitä teltasta hävittämään. Ilmankosteuden ja lämpötilan ollessa optimaaliset myös homeelle ei sen kasvua voinut estää. Kokeilimme ensi raapia kontaminoituneet kohdat pois kasvatusalustasta ja suihkutimme ruokasoodaa homeen päälle. Sen jälkeen kokeilimme vielä hillitä homeen kasvua vetyperoksiidilla, joka estää uusien homeitiöiden muodostumisen. Vähensimme myös ilmankosteutta teltassa. Lopulta jouduimme korjaamaan jäljellä olevan sadon.



Kuva 24 Pihalla olevasta puupinosta *Trichoderma* spp. home levisi sieniteltaan.

Paloittelimme käävät ja aurinkokuivasimme ne ennen teen keittoa. Paul Stametsin tekemissä tutkimuksissa nousi lakkakäävän D-vitamiinipitoisuus kuuden tunnin aurinkokuivauksen jälkeen 1,65 milligrammasta 69 milligrammaan (Stamets 2005, 207).



Kuva 25 Pahiten saastunut kasvualusta.

4.4 Suomalainen kanta

Seuraavat tulokset käsittelevät kesän 2014 aikana tehtyä tutkimusta suomalaisella lakkakääpä kannalla. Havupuilla kasvava lakkakääpä on harvinaisempi kuin lehtipuilla kasvava yksilö. Kansantaloudellisesti olisi merkittävä löytää kanta joka tuottaisi itiöemää havupuilla.



Kuva 26 Kasvualusta kolme viikkoa ympäyksen jälkeen.

Rihmasto kasvualustassa oli hyvin aktiivinen ja kasvoi kovaa vauhtia heinäkuun helteissä. Suomalainen kanta valtasi kaikki puulajit kokonaan mukaan lukien männyn. Nopeimmin rihmasto kasvoi leppässä ja kuusessa. Koivun sahanpuru oli hieman hienompaa kuin muiden puulajien sahanpuru, mikä voi osittain selittää koivunpurkin hitaamman kolonisaation. Rihmasto ei päässyt hengittämään yhtä hyvin kuin isompaa sahanpurua sisältävissä purkeissa. Leppä ja kuusi nostettiin kasvatustelttaan hieman alle kuukauden jälkeen ympäyemisestä, koivu ja mänty viikkoa myöhemmin. Purkit olivat kuukauden optimaalisissa olosuhteissa kasvatusteltassa. Lämpötilaa laskettiin, ilmankosteus pidettiin 95 prosentissa, syksyn luonnonvalo oli noin 12 tunnin sykleissä, ja teltassa oli ilmanvaihto.



Kuva 27 Rihmasto valtasi leppän ja kuusen nopeinten ja ne siirrettiin ensimmäisenä kasvatusteltiltaan.

Purkit olivat teltassa yli kuukauden tuottamatta yhtään itiöemää tai sienien alkua. Ilmankosteuden säätö suoritettiin ajastimella, joka käynnisti usvantekijälaitteen automaattisesti monta kertaa päivässä. Kosteus oli todella vaikea säätää ajastimella. Enimmäkseen kosteus oli yli 90 prosentissa teltassa, mutta ajoittain se tippui alemmaksi. Valmistimme kesän aikana noin 180 kiloa kasvualustaa opinnäytetyön lisäksi. Teltaan kannettiin pusseja ja purkkeja sitä mukaan kun rihmasto oli kolonisonnut kasvualustan. Voimme siis poissulkea mahdollisuuden että ilmankosteus olisi ollut liian matala, koska mikään yli 50 kasvualusta ei tuottanut itiöemää. Viime vuoteen verrattuna meillä oli myös ilmanpuhallus ja -poisto asennettuna teltaan.



Kuva 28 Viisas sienirihmasto ei ole kasvanut lasipurkin kannen ilma-aukkojen päälle.

Lämpötila oli ensimmäisen kolmen viikon aikana hieman alle 20 astetta. Syksyn edetessä se tippui alimmillaan 15 asteeseen. Kasvatusohjeiden mukaan lämpötilan tulee laskea kolonisoitumisvaiheen lämpötilasta. Epäilimme että itiöemä ei muodostunut liian matalan lämpötilan takia, joten laitoimme lattialämmön päälle. Tämäkään muutos ei herättänyt sieniä muodostamaan itiöemää, joten myös lämpötilan vaikutus itiöemän muodostumiseen voidaan sulkea pois.



Kuva 29 Usvantekijä teltan sisällä harmaassa ämpärissä.

Rihmaston kolonisoitumisvaiheessa tietyt sahanpurupussit unohtuivat iltapäivällä muutamaksi tunniksi suoraan auringonvaloon. Kuitenkaan kaikki pussit eivät altistuneet suoralle auringonvalolle, joten varjossa olevien pussien olisi pitänyt muodostaa itiöemiä. Suora auringonvalo on haitallista sienirihmastolle. Kuitenkin Stametsin kokemuksen perusteella rihmastosta tulee valoherkkä vasta täyden kolonisointumisen myötä ja hiilidioksidipitoisuuden laskiessa (Stamets 2000, 202). Kolonisoitumisvaiheessa kasvatuspussit tulisi säilyttää kosteassa huoneessa (Stamets 2000, 202). On mahdollista että rihmasto kuivui pussien ja purkkien hengitysauskojen kautta kesähelteillä, mikä voisi selittää itiöemien epäonnistuneen muodostumisen.



Kuva 30 Ilmanpuhallus ja -poisto asennettuna kasvatusteltassa.

Kasvatimme rihmastoja kesän aikana ohranjyvissä. Jyvät kolonisointuvat hyvin nopeasti ja niitä ravisteltiin viiden päivän välein, jotta rihmasto jakautuisi tasaisesti jyviin. Jyvien ollessa eri paikkakunnalla niiden tarkkailu oli mahdotonta. Jyvät olivat hieman liian kauan purkeissa heinäkuun helteillä ja niitä ravisteltiin muutaman kerran liikaa. Jälkeenpäin ymmärsimme että rihmasto leviää tasaisesti jo yhdellä tai kahdella ravistelulla. Isoimmat yli kolmen litran jyväpurkit homehtuivat, mutta pienemmät selvisivät. Tästä huolimatta suomalainen rihmasto oli hyvin elinvoimainen kasvaen todella nopeasti verrattuna vanhempaan amerikkalaiseen kantaan. Turun AMK:n hankkeen ”Herkkuruokaa puusta - syötävien lahottajäsenten viljely maatalouden sivuelinkeinona” projektipäällikön Jouni Issakaisen mukaan kannan kyky muodostaa itiöemiä on voinut taantua pitkässä laboriokasvatuksessa (Issakainen 2014). Mikrobiologi Pekka Oivanen oli sitä mieltä, että rihmasto on voinut heikentyä kantakokoelmassa, kun sitä on uusittu uusille petrimaljoille (Oivanen 2014). Huomasimme amerikkalaisen kannan heikentyneen viime vuodesta. Rihmasto ei kolonisoitunut kasvualustaa läheskään yhtä nopeasti kuin vuotta aikaisemmin.



Kuva 31 Valkoinen amerikkalainen rihmasto ja tummempi suomalainen kasvatusteltassa syyskuussa 2014.

Siirsimme rihmaston suoraan jyvästä rikastettuun sahanpuruun ja lisäsimme kauranhiutaleita kasvualustaan. Mikäli jyvätkin lasketaan typen lähteeksi voi olla että typpeä oli liikaa kasvualustassa. Luonnosta eristetty kanta ei välttämättä tarvitse lisäravintoa, vaikka suurimmassa osassa kasvatustutkimuksissa lisäravinto on parantanut satoa (Azisi, Tavana, Farsi & Oroojalian, 2012, 521; Erkel 2009, 1331; Gurung, Budathoki, Parajuli 2012, 191). Kaurahiutaleiden määräksi suositellaan 5–20 prosenttia kokonaistilavuudesta riippuen lähteestä. Käytimme tutkimuksessa noin 7 prosentin määrää. Vuonna 2013 tekemämme kokeet amerikkalaisella kannalla tuotti itiöemän 20 prosenttia kaurahiutaleilla kasvualustan kokonaiskuivapainosta. Riisinleseitä käyttäessä yli 15 prosentin osuus kuivapainosta estää itiöemien muodostumisen. Suositeltu määrä Stametsin mukaan riisinleseillä ja durralla on viisi prosenttia. (Stamets 2000, 363). Kauranhiutaleet muodostivat suuren kustannuserän, joten olisi järkevää löytää ilmainen typin lähde sieniviljelyyn esimerkiksi maatalouden tai elintarviketeollisuuden jätteistä.



Kuva 32 Vihreä homeen ilmaantuminen kertoo epäonnistuneesta sterilisoinnista painekattilassa.

Käytimme samoja kasvatustiloja ja telttaa kuin viime vuonna. Siivosimme kasvatusteltan huolellisesti ja suoritimme kloorauksen kolmea päivää ennen ensimmäisten kasvualustojen asettamista telttaan. Kloorauksen tulisi tappaa kaikki homeitiöt joita teltassa voisi olla. Ilmapuhallus suoritettiin F5 HEPA-filtterin läpi. Emme myöskään käyttäneet arkivaatteitamme teltassa, vaan vaihdoimme aina sinne mennessä vaatteemme. Kuitenkin näistä toimenpiteistä huolimatta telttaan ilmestyi trichoderma- ja dactylium-home. Epäilemme, että ilmanvaihto ei ollut tarpeeksi tehokasta teltassa. Hometta ei pitäisi muodostua mikäli ilma kiertää hyvin.



Kuva 33 Homeen leviäminen purkkeihinkin

5 POHDINTA

Tutkimus onnistui amerikkalaisella kannalla kiitettävästi, mutta ei tuottanut itiöemää suomalaisella kannalla. Kuitenkin suomalaisen kannan rihmasto kolonisoit myös havupuita mikä on metsätaloudellisesti ajateltuna merkittävää. Homeitiöiden eliminointi kasvatustilassa osoittautui mahdottomaksi. Hyvin tarkkoja hygieniavaatimuksia emme osanneet huomioida ensikertalaisina. Puhtaiden vaatteiden vaihto ennen kasvatustilaan astumista on tärkeää. Mikäli kasvatustilaa lämmitetään puulla, on puun oltava puhdasta tai mieluiten eristetty kokonaan kasvatustilasta. Meillä oli raketti-uuni samassa tilassa sieniteltan kanssa. Tärkeintä homeen eliminoinnissa on kuitenkin riittävä ilmanvaihto ja ylipaine teltassa mitkä eivät tutkimuksessa toteutuneet. Vierailu ammattilaisten sienikasvattamolla olisi voinut olla hyödyksi. Kasvatustila olisi hyvä suunnitella sienikasvatusammattilaisen kanssa, jotta kontaminaatoriski saataisiin minimoitua sekä tuotanto optimoitua. Jokaisen kasvatusvaiheen aikana on erittäin tärkeä kirjoittaa ylös mitä on tehnyt, milloin on tehnyt ja mitä kasvatussubstraatteja ja suhteita on käyttänyt. Tämä toimi meillä alussa todella hyvin, mutta loppuvaiheessa hieman laiskistuimme. ”On melkein päässäntö eikä poikkeus, että mitä tahansa sientä viljellessä muutama vuosi menee opetteluun ja menetelmien hiomiseen” (Issakainen 2014).

Itiöemän kasvatus kannattaa ajoittaa keskikesälle jolloin ulkopuolista lämmitystä ei tarvita. Kasvualustan kolonisoitumisaikana kasvatusalustoja kannattaisi pitää täysin pimeässä. Myöskin kosteaa huonetta suositellaan, jotta kosteus ei haihdu kasvatuspusseista. Valon, kosteuden ja ilman lisääntyminen on merkki rihmastolle siitä, että on aika aloittaa itiöemien muodostaminen. Sahanpuruviljely osoittautui hyvin paljon työtä vaativaksi kasvatusmenetelmäksi. Vettä on lisättävä sumutinlaitteeseen, sillä ilmankosteus ja -virtaus on ajoitettava manuaalisesti ja homeita on seurattava. Ilman pitää kiertää joka paikassa teltan sisällä, jotteivät homeet pääse kehittymään. Kasvatusmenetelmän täydelliseen automatisointiin tulisi pyrkiä.

Kokeilunarvoista olisi haudata täysin kolonisoituneet kasvatusalustat yläpintaa lukuun ottamatta maan alle. Kasvatusalustan täysi kolonisoituminen tulisi ajoittaa

keväälle jolloin kasvatuskakun voisi nostaa suoraan ulkoilmaan. Myös pienempi 30x30 senttimetrin kasvualusta sopisi tähän tarkoitukseen. Maahan kaivettu kuoppa täytettäisiin sahanpurulla ja puuhakkeella johon esimerkiksi riisissä kasvanut rihmasto levitettäisiin. Kaverini Jaakko Halmetoja on kasvattanut tällä hyvin yksinkertaisella menetelmällä lakkakäepää Etelä-Suomessa. Mutteripannulla keitetyt kahvinpurut pastöroituvat, ja niitä voi hyödyntää myös sientenviljelyyn tai kasvualustan ympäykseen. Suomalaisten ollessa kahvinkulutuksen ykkössijalla kasvatusalustaa kyllä maastamme löytyy. Osterivinokkaan jalasta voi leikata palasen ja sieniviljelyn voi aloittaa kotioloissa (Mad Bioneer 2014).

Tukki- ja kantoviljely ovat vähemmän työtä vaativat viljelymuodot pienimuotoisessa viljelyssä. Kuitenkin Suomen lyhyt kesä ja luonnossa esiintyvät muut sienirihmastot tuovat haasteita myös näihin viljelymuotoihin. Tukkilviljely hiekassa täytetyissä ämpäreissä voisi nopeuttaa viljelykiertoa. Pieni tukki upotetaan kolme neljäsosaa hiekkaan pystysuoraan ja siirretään talveksi johonkin lämpimään ilmastoituun tilaan. Kesän tullessa ämpäriin voi kätevästi nostaa ulkoilmaan muodostamaan itiöemää. Kokeilen tätä menetelmää talvella 2015 Oulun yliopiston kasvitieteellisessä puutarhassa ja kirjoitan tuloksista lakkakäpöblogiin lakkakaapa.blogspot.fi

Opinnäytetyön yhteydessä tekemämme sienisuodatustutkimus antoi lupaavia tuloksia likaveden kokonaisbakteerien vähentämiselle. Menetelmää voidaan hyödyntää isomassa mittakaavassa kehitysmaissa, joissa suurin osa likavesistä valuu käsittelemättömänä vesistöihin. Suomessa lääkinnällisten sienten viljely keskittyy pelkästään siitake *Lenintula edodes*-sieneen.

Lääkinnällisten sienten suosion kasvu länsimaissa, raaka-aineiden halpa hinta ja lukemattomat tieteelliset tutkimukset nostavat sientenviljelyn hyväksi vaihtoehdoksi metsänomistajalle perinteisen puuhun keskittyvän metsätalouden rinnalle. Jalopuille sientenviljely tuottaa suurempaa arvoa kuin esimerkiksi koivulle ja lepälle.

Lääkinnällisiä- ja syötäviä sieniä tulisi tutkia enemmän kantoviljelyssä. Esimerkiksi havupuita hyödyntävillä syötävillä lahjoittajasienillä nopeutettaisiin

ekosysteemin toipumista avohakkuista. Puuaineksen nopeampi hajoaminen palauttaisi ravinteita maaperän bakteereille, alkueläimille, hyönteisille, kasveille, eläimille ja tietenkin muille sienille tuottaen samalla lääkinällisiä sieniä.

Puunkorjuun hakkuujätteen hakettamista hakkuiden yhteydessä pitäisi tutkia. Meidän kaikkien poimimat mykyritsasienet elpyisivät huomattavasti nopeampaa hakkuista kun haketta olisi tarjolla metsänpohjalla. Maatuva puuhake on hyvä kasvualusta sekä luontaisesti syntyville että istutetuille taimille. Sienirihmasto selviää maan alla useita vuosia hakkuiden jälkeen, mutta jos uutta biomassaa ei sille ilmaannu sen monimuotoisuus katoaa hiljalleen. Lisätietoa lakkakäävän viljelystä, lääkinällisistä sienistä ja sienten hyödyntämisestä löytyy osoitteesta lakkakkaapa.blogspot.fi.



Kuva 34 Tukkiviljely kesä 2013

LÄHTEET

Azisi, M., Tavana, M., Farsi M. & Oroojalian 2012, F. Yield Performance of Lingzhi or Reishi Mushroom, *ganoderma lucidum*, Using different waste materials as substrates. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. Volume 14, Issue 5. 521-527

Canited, 2009. Power of Reishi. Viitattu 13.10.2014 <http://www.canited.com/w-reishi.htm>.

Cannizzo, ES., Clement, CC., Sahu R, Follo, C & Santambrogio, L. 2011. Oxidative stress, inflammaging and immunosenescence. New York: *J Proteomics*

Chang, HM. & But, RPH, 1986. "Lingzhi". *Pharmacology and Application of Chinese Materia Medica*, Vol. 1. Singapore. World Scientific Publishing Co

Chang, HM. & But, RPH, 1987. "Lingzhi". *Pharmacology and Application of Chinese Materia Medica*, Vol. 2 Singapore: World Scientific Publishing Co

Chang, S. & Buswell, J. 2012. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. Volume 14, Issue 1. 139-146

Erkel, E. 2009. The effect of different substrate mediums on yield of *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (3&4), 84 1 - 844.

Four Sigma Foods, 2014. The Cultivation of Red Reishi. Viitattu 31.3.2014 <http://www.foursigmafoods.com/the-cultivation-of-red-reishi>.

Gluckspilze 2014. Mushroom cultivation. Viitattu 19.11.2014 <https://gluckspilze.com/Mushroom-Cultivation>.

Goba 2014. Mushroom Cultivation on Tree Stumps. Viitattu 27.10.2014. <http://www.goba.eu/en/library/how-to-cultivate-mushrooms/mushroom-cultivation-on-tree-stumps/>.

Gonzales-Matute, R., Figulas, D., Devalis, R., Delmastro, S. & Curvetto, N 2012, Sunflower seed hulls as a main nutrient source for cultivating *Ganoderma lucidum*. *Micología Aplicada Internacional*, vol. 14, núm. 2

Gottlieb, AM., Saidman, BO. & Wright, JE 1998. Isoenzymes of *Ganoderma* species from southern South America. *Mycol Res*. Viitattu 14.4.2014 <http://dx.doi.org/10.1017/S0953756297005352>.

Gurung, O-P., Budathoki, U. & Parajuli, G. Effect of Different Substrates on the Production of *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr.) Karst. *Our Nature* 2012, 10, 191-198.

Halmetoja, J 2012. Pakurikäöpä. Tampere. J. Halmetoja Studios.

- Halmetoja, J. 2014. Lääkinnälliset sienet. viitattu 15.12.2014 <http://www.jaakkohalmetoja.info/articles-in-finnish/laakinnalliset-sienet>.
- Hawksworth, D 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. Viitattu 13.12.2014 <http://courses.eeb.utoronto.ca/eeb331/Hawksworth,%202001.pdf>
- Hobbs, C. 1995. Medicinal Mushrooms – An exploration of tradition, healing and culture. Summertown: Botanica press
- Issakainen, J. 2012. Sieniviljelystä uusi elinkeino maaseudulle. Viitattu 2.2.2014 http://yle.fi/uutiset/sieniviljelysta_uusi_elinkeino_maaseudulle/6326356.
- Issakainen, J. 2014. Lakkakääpä kysymyksiä. Email jouni.issakainen@kolumbus.fi 15.12.2014. Tulostettu 20.12.2014
- Iso-Orvokkiniitty 2015. Sieniviljelytalkoot 29.3.2015. Viitattu 14.5.2015 <http://iso-orkkiniitty.fi/blog/sieniviljelytalkoot-29-3-2015/>.
- Kenneth, J. 1994 REISHI: Ancient herb for modern times. Sylvan Press.
- Kim, DH ., Shim, SB. & Kyung, H 1999. Beta-glucuronidase-inhibitory activity and hepatoprotective effect of *Ganoderma lucidum*. Biological and Pharmaceutical Bulletin. Viitattu 14.12.2014 <http://europepmc.org/abstract/MED/10077435>.
- Kotiranta, H., Saarenoksa, R. & Kytovuori, L 2009. Suomen kääväkkäiden ekologia, levinneisyys ja uhanalaisuus. Norrlinia 19: 1-233
- Kulju, M. 2014. Lakkakääpä kysymyksiä. Email m.kulju@kolumbus.fi 28.10.2014. Tulostettu 11.11.2014.
- Lankinen, P. 2014. Tutkijat: Sienet pelastavat maailman. Viitattu 15.11.2014 http://yle.fi/uutiset/tutkija_sienet_pelastavat_maailman/7486947?origin=rss.
- Leung, L. 2014. Lingzhi *ganoderma lucidium* slideshow. Viitattu 12.12.2014 <http://www.slideshare.net/lleung/ganoderma-lucidum>.
- Mad Bioneer 2014. Coffee grounds mushroom spawn. Viitattu 12.12.2014 <http://madbioneer.blogspot.com.au/2011/01/coffee-ground-mushroom-spawn.html> 15.12.2014.
- Mäkelä, H. 2006. Elintarvikeyrittäjyyden hankeseminaari 21-22.11.2016, Joensuu. Tiivistelmä. Food Scient hanke, Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu. Viitattu 10.1.2015 www.ruokasuomi.fi/materiaalit/ajank_hankeseminaari_Makela.doc.
- McCoy, P. Radical Mycology featured on Permaculture Voices. Viitattu 28.10.2014 <http://radicalmycology.com>.

Mikei 2014. About. Viitattu 10.4.2014 <http://www.mikei.com/en/about.html>.

Mikkonen, L 2013. Ensiaskleet lakkakäävän viljelyssä. Lapin Ammattiopisto. Puutarhatalouden perustutkinto.

Mundoreishi, 2014. Reishi helps to relax. Viitattu 12.12.2014 <http://www.ganoderma-reishi.com/en/benefits-of-reishi/help-for-rest.html>.

My Mondo, 2012. Reishi Mushrooms – The powermedicine for kings. Viitattu 10.4.2014 <http://mymondo.org/2012/10/05/reishi-mushrooms-the-powermedicine-for-kings>.

Natural News 2007. Studies show reishi mushrooms benefit people stricken with a variety of ailments, from high blood pressure to AIDS. Viitattu 10.4.2014 http://www.naturalnews.com/021498_reishi_mushrooms.html.

Niemelä, T 2005. Käävät, puiden sienet. – Norrlinia 13: 1-320

Nyberg, Harry 1994. Sienilehti 1/1994, Lakkakääpä hyötysienenä.

Ohno N, Miura N. N, Sugawara N, Tokunaka K, Kirigaya N, Yadomae T. Immunomodulation by hot water and ethanol extracts of *Ganoderma lucidum*. *Pharm Pharmacol Lett*. 1998;4. 174–7.

Oivanen, P. Ganoderma. Email. pekka.oivanen@helsinki.fi 25.11.2014. Tulostettu 29.11.2014.

Peksen, A., Yagupoklu, G. 2009. Tea waste as a supplement for the cultivation of *ganoderma lucidum*. *World J Microbiol Biotechnol*. 25:611-618

Penttilä, M. 2014. Tutkijat: Sienet pelastavat maailman. Viitattu 10.10.2014 http://yle.fi/uutiset/tutkija_sienet_pelastavat_maailman/7486947?origin=rss

Pesonen, H. Lakkakäävän viljely. Sienilehti 1/1994.

Petersen, JE 1983. *Ganoderma* in Northern Europe. *Lakporesvampene (Ganoderma) i Danmark og Europa in Svampe. Kopenhagen: Svamp press*

Sissi, WG ., Yuen, J ., Bushwell, J. & Benzie, I. *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi) A Medicinal Mushroom. *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd edition. Viitattu 11.11.2014 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92757/?report=printable>.

Skalicka-Woźniak, K., Szypowski, J., Los, R , Siwulski, M., Sobieralski, K., Glowniak, K. & Malm, A 2012. Evaluation of polysaccharides content in fruit bodies and their antimicrobial activity of four *Ganoderma lucidum* (W Curt.: Fr.) P. Karst. strains cultivated on different wood type substrates. Viitattu 14.4.2014 pbsociety.org.pl/journals/index.php/asbp.

Stamets, P 2000. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, 3rd Ed; Ten Speed Press. New York: Ten speed press

Stamets, P 1999. Mycomedicinals – An information on treatise on mushrooms. 3rd Edition. New York: Ten speed press

Stamets, P 2005. Mycellium Running. How mushrooms can help save the world. New York: Ten Speed press

Stanislaus, CS 1995. Lingzhi - Medicine of Kings. New Editions Health World. June 1995.

Stavinoha, WB 1990. Study of the anti-inflammatory activity of Ganoderma lucidum. Third Academic/Industry joint conference (AIJC), Sapporo, Japan.

Vanahanen, H 2014. Keskustelu Rovaniemellä. 12.12.2014

Veena SS, Pandey M. Paddy straw as a substrate for the cultivation of Lingzhi or Reishi medicinal mushroom, Ganoderma lucidum (W.Curt.:Fr.) P. Karst. in India. Int J Med Mushrooms. 2011;13(4):397-400.

Wasson, RG 1968. Divine mushroom of immortality. Italy

Yanling, S, Jie, S & Hui, G. 2008. Hepatoprotective effects of Ganoderma lucidum peptides against d-galactosamine-induced liver injury in mice. Journal of Ethnopharmacology. Volume 117, Issue 3, 22.5.2008, 415–419.

Yoon S. Y, Eo S. K, Kim Y. S, Lee C. K, Han S. S. Antimicrobial activity of Ganoderma lucidum extract alone and in combination with some antibiotics. Arch Pharm Res. 1994;17. 438–42.