
TRYFFELISIENET

Lajit, biologia ja viljely



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalous

Lepaa, kevät 2016

Hannele Järvikari



Lepaa
Puutarhatalouden koulutusohjelma

Tekijä Hannele Järvikari **Vuosi** 2016

Työn nimi Tryffelisienet, lajit, biologia ja viljely

TIIVISTELMÄ

Suomessa mielenkiinto tryffeleitä kohtaan on ollut viime vuosina voimakkaassa kasvussa. Vuonna 2006 löydettiin Suomen ensimmäiset villitryffelit koiran avustuksella Lahdesta, sitä ennen oli tehty satunnaisia löytöjä. Ensimmäiset tarhatut tryffelit korjattiin Juvalla syksyllä 2012. Maailmalla tryffeleiden luonnontuotanto on useista syistä johtuen romahtanut radikaalisti viimeisten vuosikymmenten aikana. Siksi tryffeleiden viljelytekniikan kehittäminen on erittäin ajankohtainen aihe globaalistikin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa kattava kirjallisuuskatsaus tryffelisien biologiasta, lajeista ja viljelystä. Lisäksi opinnäytetyössä perehdytään suomalaisen tryffelin viljelyn historiaan, nykytilaan ja tulevaisuuden näkymiin haastattelemalla alan toimijoita. Työllä ei ole tilaajaa, idea aiheeseen tuli opinnäytetyötä ohjaavalta opettajalta.

Opinnäytetyö toteutettiin suurelta osin kirjallisena tutkimuksena. Kohtaan villitryffelit hankittiin tietoa myös puhelinhaastattelulla. Kotimaisia viljelyasioita selvitettiin ensisijaisesti Juvan Tryffelikeskuksen kanssa yhteistyössä. Lisäksi haastateltiin kahta suomalaista tryffelin viljelijää, jotka ovat mukana Juvan Tryffelikeskuksen tryffelinkasvatushankkeessa. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan todeta tryffelin viljelyn olevan maailmalla taloudellisesti erittäin kannattavaa toimintaa. Tryffeleille löytyy maailmalta paljon kysyntää. Suomalaisilla viljelmillä satomäärät ovat vielä olleet erittäin pieniä, mutta kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan olettaa, että tulevaisuudessa on mahdollista tuottaa kannattavasti tryffeleitä Suomessakin. Siinä on kuitenkin haasteensa ja riskinsä. Kymmenessä vuodessa tryffelinviljely Suomessa on muuttunut utopistisesta haaveilusta potentiaaliseksi tutkimuskohteeksi. Monet toimijat työskentelevät tryffelitutkimuksen parissa kehittääkseen Suomen oloihin sopivan, käytännöllisen keinon tuottaa kotimaisia tryffeleitä kaupalliseen käyttöön. Tämä opinnäytetyö tarjoaa kiinnostuneille suomenkielistä tietoa kotelosienten ja erityisesti tryffelin biologiasta sekä tryffelin viljelyn tilasta.

Avainsanat Tryffelit, Mykorritsa, Ruokasienet

Sivut 34 s. + liitteet 2 s.

Lepaa
Degree Programme in Horticulture

Author	Hannele Järvikari	Year 2016
Subject of Bachelor's thesis	Truffles, Species, Biology and Cultivation	

ABSTRACT

The interest in truffles has grown intensively in Finland in recent years. In 2006 Finland's first wild truffles were discovered in Lahti with the help of a truffle dog; before that only occasional discoveries had been made. The first cultivated truffles in Finland were harvested in Juva in the autumn of 2012. The natural truffle production around the world is plummeted drastically in recent decades due to several reasons. Therefore the development of truffle cultivation technique is a global and topical issue.

The purpose of this study was to produce a comprehensive literature review of the biology, species and cultivation of truffles. This thesis also introduces the history, current situation and future prospects of Finnish truffle cultivation by interviewing operators in the field. The idea to this thesis came from the guidance teacher.

This thesis was largely carried out as literary study. A phone interview was used to acquire information to the section 'Wild Truffles'. Domestic cultivation issues were studied primarily with the Juva Truffle Center. In addition two Finnish truffle growers who are taking part in the truffle cultivation project of Juva Truffle Center were interviewed. The interviews were executed as focused interviews.

Based on the literature review it can be concluded that truffle cultivation is economically very profitable around the world. Truffles are in high demand around the world. In Finland truffle yields have still been very small, but based on the literature review it can be assumed that in the future it is possible to produce truffles profitably even in Finland. However, there are challenges and risks. In ten years, truffle cultivation in Finland has changed from utopian dreaming to a potential subject of research. Many operators in the field work for truffle research to develop a practical way for producing domestic truffles for commercial use suitable for Finnish conditions. This thesis offers Finnish information on the biology of Ascomycota fungus and truffles and on the current state of truffle cultivation for those who are interested in the topic.

Keywords Truffles, mycorrhiza, edible mushrooms

Pages 34 p. + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	5
2. SANASTO.....	6
3. TRYFFELIN BIOLOGIA	7
3.1. Taksonomia	7
3.2. Morfologia.....	8
3.3. Ekologia	9
3.4. Lisääntyminen	10
3.5. Ominaisuudet	11
3.6. Kasvupaikat.....	12
3.7. Tryffeleiden levinneisyys maailmalla	13
3.8. Tryffelilajit	14
3.8.1. <i>Tuber magnatum</i>	14
3.8.2. <i>Tuber borchii</i>	15
3.8.3. <i>Tuber melanosporum</i>	16
3.8.4. <i>Tuber aestivum</i>	17
4. VILLITRYFFELEIDEN HYÖDYNTÄMINEN.....	18
4.1. Villitryffeleiden käytön historia	18
4.2. Villitryffeleiden etsintä	19
4.3. Villitryffelit Suomessa	20
5. TRYFFELIN VILJELY MAAILMALLA	21
5.1. Tryffelin viljelyn historia	21
5.2. Tryffeliviljelmän maaperä, kastelu ja ilmasto.....	22
5.3. Isäntäkasvit tryffeliviljelmillä	22
5.4. Sadonkorjuu tryffeliviljelmillä.....	23
6. TRYFFELIN VILJELY SUOMESSA	23
6.1. Mistä lähdettiin liikkeelle.....	23
6.2. Juvan tryffelikeskus.....	23
6.3. Suomalaisen tryffelinviljelyn nykytila ja tulevaisuus	24
6.4. Tryffelitaimien tuottaminen, isäntäkasvit Suomessa, viljeltävät lajit	24
6.5. Tryffeleiden viljely kotipihassa.....	25
7. MAAILMAN KAUPPA.....	25
7.1. Tuotantomäärät.....	25
7.2. Tuottajamaat.....	26
7.3. Kilohinnat ja tuotto-odotukset.....	27
8. SUOMALAISTEN TRYFFELIN VILJELIJÖIDEN HAASTATTELUT.....	28
8.1. Haastattelujen metodiikka ja tavoitteet	28
8.2. Haastattelujen tulokset	28
9. TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA	30
LÄHTEET	32

Liite 1 Haastattelu Tryffelille

Liite 2 Haastattelu Juvan tryffelikeskuksen hankkeeseen kuuluville tryffelin vilje-
lijöille

1. JOHDANTO

Tryffelit ovat maan alla kasvia sieniä, joita löytyy eri puolilla maailmaa. Arvostetuimmat tryffelilajit valkotryffeli (*Tuber magnatum*) ja mustatryffeli (*T. melanosporum*) kuuluvat maailman arvokkaimpiin ja kalleimpiin gourmetruoka-aineisiin. Tryffelit ovat ehdottomasti maailman kalleimpia syötäviä sieniä. (Centro Nazionale Studi tartufo 2015.) Kaikki tryffelilajit eivät kuitenkaan ole syötäviä. Italialaisista valkotryffeleistä maksetaan 3000–5000 euroa kilolta (Shamekh, haastattelu 5.11.2015). Tryffeleiden arvo on noussut tasaisesti jo 50 vuoden ajan ja on yhä edelleen noususuhdanteista. Kysyntää löytyisi tryffeleille paljon enemmän, kuin mitä maailmalla tällä hetkellä tuotetaan. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 318.)

Tryffelit ovat väriltään punaisia, tummia tai valkoisia. Koko vaihtelee saksanpähkinästä isoon omenaan. Suurin tiedossa oleva koskaan löydetty valkotryffeli painoi 2520 grammaa ja löydettiin vuonna 1954 Italiasta. (Shamekh 2004.)

Tryffelit ovat ektomykorritsasieniä, joiden isäntäkasvit ovat puuvartisia. Ektomykorritsasienet muodostavat isäntäkasvinsa kanssa symbioosin, jota kutsutaan ektomykorritsaksi eli pintasienijuureksi. Isäntäkasvi tuottaa yhteyttäessään hiilihydraatteja, joista sieni saa tarvitsemaansa energiaa kasvattaakseen itiöemän. Lisäksi isäntäkasvi tarjoaa kasvutilaa sienelle. Symbioosin avulla isäntäkasvi saa maaperästä ravinteita, jotka sieni muuntaa kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Lisäksi sienirihmasto kasvattaa pinta-alaa, jolta kasvi saa vettä ja ravinteita. (Hall, Yun & Amicucci 2003, 433.) Ektomykorritsasienten tiedetään myös suojelevan isäntäkasvin juuria taudinaiheuttajamikrobeilta. (Kähönen & Kähönen 2014).

1900-luvun alussa kehitettiin ensimmäistä kertaa menetelmä, jolla saadaan tuotettua tarhattuja tryffeleitä. Siihen asti käytettiin satojen vuosien ajan villitryffeleitä. Tänä päivänä luonnon tryffelituotanto maailmalla on monien syiden takia vähentynyt huomattavasti, siksi tryffelin viljelylle on tarvetta. Villitryffelit kattavat vielä nykyäänkin suuren osan maailman tryffelituotannosta. Tryffeleiden viljelytekniikan kehittäminen on erittäin ajankohtainen aihe globaalisti. (Hall ym. 2003, 433–434.)

Suomessa mielenkiinto tryffeleitä kohtaan on ollut viime vuosina voimakkaassa kasvussa. Vuonna 2006 löydettiin Suomen ensimmäiset villitryffelit koiran avustuksella Lahdesta, sitä ennen oli tehty satunnaisia löytöjä. (ESS 2010.) Vuonna 2012 Suomessa korjattiin ensimmäinen sato tarhatuista tryffeleistä. Vuoden 2015 lopulla Suomessa toimi kaikkiaan 32 tryffelitarhaajaa. Tryffelin viljely on Suomessa vasta kokeiluasteella. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa kattava kirjallisuuskatsaus tryffelisien biologiasta, lajeista ja viljelystä. Lisäksi opinnäytetyössä perehdytään suomalaisen tryffelin viljelyn historiaan, nykytilaan ja tulevaisuuden näkymiin haastattelemalla alan toimijoita. Työllä ei ole tilaajaa. Idea aiheesta tuli opinnäytetyötä ohjaavalta opettajalta.

2. SANASTO

- Askus - engl. ascus - Kotelosienien itiökotelo, joka sisältää sienien lisääntymissoluja eli itiöitä.
- Casparyn juova - engl. Casparian strip/Band of Caspary – On korkkiaineesta muodostunut paksunnos putkilokasvien juuren sisäosassa. Erottaa kuorisolukon johtosolukosta.
- Hartagin verkko – engl. Hartag net – Ektomykorritsasienien muodostama runsas sienirihmasto isäntäkasvin juuren pinta- ja kuorisolujen välissä.
- Heterotallinen sieni – engl. Heterothallic fungus – Heterotallisella sienellä on kahden- tai useammanlaisia eri pariumistyyppien sienirihmoja ja suvullinen lisääntyminen voi tapahtua vain näiden lisääntymistyyppien välillä. Mustatryffelin (*Tuber melanosporum*) on selvitetty olevan heterotallinen sieni.
- Hypogeeninen sieni – engl. Hypogeous fungus – Sieni, jonka itiöemä muodostuu maan alle. Tryffelit ovat hypogeenisiä sieniä.
- Itiöemä - engl. sporocarp – Sienien generatiivinen eli suvullinen lisääntymisrakenne. kotelosienien itiöemästä käytetään myös termiä *ascomata* tai *ascocarp*.
- Itiömälto - engl. gleba - Itiöemän mehevä, kiinteä sisäosa.
- Kotelosienten kaari, *Ascomysota* – Sienikunnan kaari, johon tryffelitkin kuuluvat.
- Munapesäke (askogonio) ja siittiöpesäke (antheridio) – engl. ascogonium and antheridium – kotelosienien sukuelimet. Munapesäke on naaras- ja siittiöpesäke urospuolinen sukupuolirakenne. Munapesäke ottaa vastaan hedelmöittävän tuman siittiöpesäkkeeltä.
- Pintasienuuri eli ektomykorritsa - engl. ectomychorrhiza - Mykorritsatyyppi, jossa sienirihmasto muodostaa verkoston isäntäkasvin juuren pintasolujen soluväleihin. Tryffelit ovat ektomykorritsasieneitä.
- Peridium, itiöemän uloin kuori, suojaa sientä bakteereilta ja sienitaudeilta
- Saprotrofinen sieni – engl. Saprotrophic fungus – sieni, joka kykenee hajottamaan kuollutta orgaanista ainesta ravinnokseen. Tryffelit eivät ole saprotrofisia sieniä.
- Sienijuuri eli mykorritsa - engl. mycorrhiza - Sienirihmojen ja puunjuuren muodostama symbioottinen suhde
- Sienirihma eli hyyfi - engl. hypha - Useista peräkkäisistä sienisoluista muodostuva rakenne.
- Sienirihmasto eli myseeli - engl. mycelium - Sienien vegetatiivinen eli kasvullinen osa. Putkimainen rakenne, joka koostuu useista päällekkäisistä, väliseinäisistä sienirihmoista.
- Sienisolu – engl. fungal cell - Sienet rakentuvat soluista, kuten muutkin eliöt. Sienisolu muistuttaa kasvisolua, mutta ei sisällä viherhiukkasia.
- Sisäsienuuri eli endomykorritsa - engl. endomychorrhiza - Mykorritsatyyppi, jossa sienirihmat läpäisevät isäntäkasvin juuren pintasolujen soluseinän ja sieni muodostaa rakenteita kasvin soluseinän ja solukalvon väliin.

3. TRYFFELIN BIOLOGIA

3.1. Taksonomia

Tryffelit kuuluvat kotelosientien kaareen (Ascomycota), *Pezizomycotina*-alakaareen, *Pezizomycetes*-luokkaan ja *Tuberaceae*-heimoon. (Timonen & Valkonen 2013, 26–33). Heimon sukuja ovat mm. *Terfezia*, *Tirmania* ja *Tuber*. Euroopassa viljellään vain *Tuber*-suvun lajeja. Tryffelilajeja on satoja ja vain osa niistä on syötäviä. (Shamekh 2004.)

Sana tryffeli juontaa juurensa luultavasti latinan sanasta tuber, joka tarkoittaa möykkyä. Italiaksi Tartufi ja englanniksi truffle (Nehrenheim 2013).

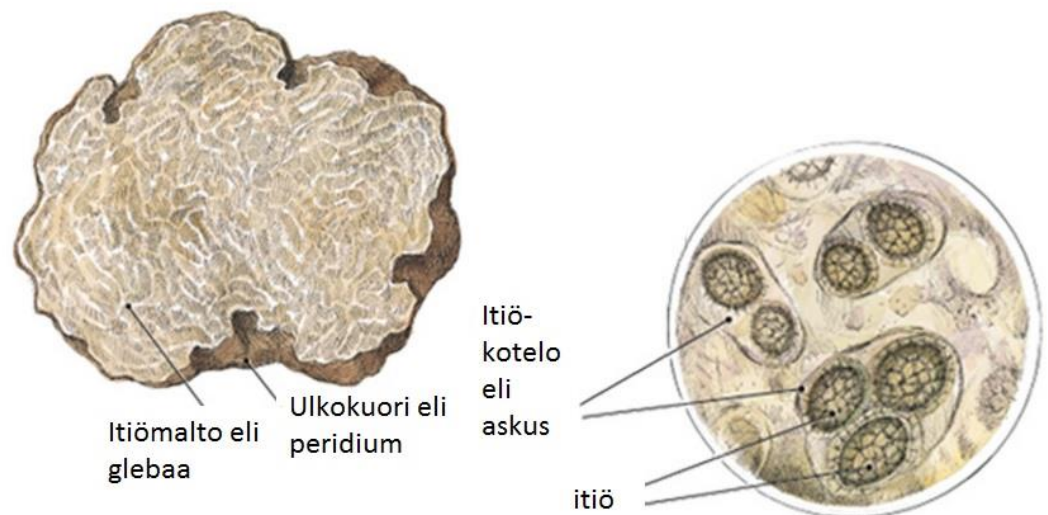
Muun muassa *Terfezia*- ja *Tirmania*-sukujen tryffeleitä kutsutaan aavikkotryffeileiksi. Aavikkotryffeleitä kasvaa Välimeren ympäristössä melko kivistä ja happamilla kasvupaikoilla. Aavikkotryffelit eroavat *Tuber*-suvun tryffeleistä paitsi kasvupaikkansa myös kasvutapansa sekä makunsa kautta. Kypsyessään aavikkotryffelit muodostavat maahan kohoumia, toisin kuin *Tuber*-suvun tryffelit, jotka kasvavat kokonaan maan sisällä. Aavikkotryffeileissä ei ole *Tuber*-suvun jäsenille ominaista voimakasta aromia, ja niitä käytetäänkin ruuaksi tavallisten sienien tapaan, eikä mausteena, kuten ”aitoja” tryffeleitä. Monet tryffeleiden ystävät eivät pidä aavikkotryffeleitä niin sanottuina ”aitoina tryffeleinä”, joiksi he katsovat vain *Tuber*-suvun lajit. (Trufamania 2008.)

Maaperästä löytyy paljon niin sanottuja valetryffeleitä, jolla ei ole arvoa ruokasiemenä, ja joista osa on jopa myrkyllisiä. Mitään sientä ei tule koskaan syödä, jos ei ole aivan varma mikä sienilaji on kyseessä. (Trufamania 2008.) Suomessa voidaan nyrkkisääntönä pitää sitä, että ennen heinäkuun puoliväliä löydetyt maasienet eivät todennäköisesti ole tryffeleitä (Juvan tryffelikeskus 2009).

3.2. Morfologia

Tryffelin itiöemän eli syötävän ”mukulan” ulkokuorta kutsutaan nimellä peridium. Se suojaa sientä bakteereilta ja sienitaudeilta. Itiöemän mehevää kiinteää sisäosaa kutsutaan nimellä gleba eli itiömalto. Itiömalto sisältää suonia, joiden leveys ja haarautuminen vaihtelevat. Nämä suonet rajaavat onteloita, jotka sisältävät itiökoteloita. Kotelosienten itiökoteloita kutsutaan nimellä askus. Askukset sisältävät itiöitä, jotka ovat sienen lisääntymis-
lujuja. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Tryffelillä on sienirihmasto eli myseeli. Sienirihmasto on sienen kasvullinen osa, putkimainen rakenne, joka koostuu useista päällekkäisistä, väliseinäisistä sienirihmoista. Sienirihma eli hyyfi on kapillaarinen rakenne, joka muodostuu useista peräkkäisistä sienisolui-
sta. Sienirihma kiinnittyy puun juuren kärkeen. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)



Kuva 1: Tryffelin morfologia, Centro Nazionale Studi Tartufo

3.3. Ekologia

Tryffeli on ektomykorritsasieni, mikä tarkoittaa sitä, että tryffeli muodostaa isäntäpuunsa kanssa pintasienujuuren eli ektomykorritsan. Mykorritsasiennillä on kyky muuttaa esimerkiksi maaperän fosforia sellaiseen muotoon, että se on kasvien hyödynnettävissä. Tryffelin kanssa sienijuuren muodostava puu saa maaperästä huomattavasti enemmän ravinteita. Sienijuuren avulla alue, jolta puu saa vettä ja ravinteita, kasvaa huomattavasti. Ektomykorritsasieni saa puulta yhteyttämisen tuloksena syntyneitä hiilihydraatteja sekä kasvutilaa. (Hall, Yun & Amicucci 2003, 433.) Tryffelin rihmasto myös suojaa isäntäkasvin juuria taudinaiheuttajamikrobeja vastaan (Kähönen & Kähönen 2014).

Tryffelisieni ei ole saprotrofinen, eli se ei kykene hajottamaan orgaanista ainesta ravinnokseen. Tästä syystä tryffeli on hyvin riippuvainen isäntäkasvistaan lähestulkoon koko elinkaarensa ajan. Tryffelisieneltä löytyy vain vähän orgaanisen aineksen hajottamiseen kykeneviä entsyymejä. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 324.)

Symbioosi on kahden eri eliölajin muodostama molempia hyödyttävä kiinteä yhteys. Mykorritsa on symbioottinen suhde sienirihmojen ja puunjuuren välillä. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Ektomykorritsasienen sienirihma kiertyy puun juuren kärkien ympärille muodostaen verkkomaisen rakenteen, joka ulottuu puun juuren pintasolujen soluväleihin, muttei soluseinien sisäpuolelle kuten endomykorritsasienen sienirihmat (Istra Gourmet 2013). Endomykorritsasienet muodostavat rakenteita kasvin soluseinän ja solukalvon väliin. Endomykorritsaa kutsutaankin sisäsienujuureksi. Tiedot endomykorritsasienistä ovat tieteen termipankin sivuilta.

Ektomykorritsasienen sienijuuret hakeutuvat puun juuren kärkien tuntumaan maaperässä ja tunkeutuvat isäntäkasvin juuren pinta- ja kuorisolukokoon, mutteivät läpäise soluseiniä. Sienirihmasto kasvaa runsaasti isäntäkasvin juuren pinta- ja kuorisolujen väliin. Tällaista sienirihmasto kutsutaan nimellä Hartagin verkko. Hartagin verkon alueella isäntäkasvi ja ektomykorritsasieni muodostavat yhtenäisen soluseinän. Juuren pinnalle muodostuu tiivis sienivaippa. Tryffelin sienirihmat eivät läpäise johtosolukkoa ympäröivää Casparyn juovaa. (Timonen & Valkonen 2013, 195–198.)

Maaperässä ja puiden juuristoissa esiintyy usein muitakin ektomykorritsasieniä, jotka kilpailevat elintilasta tryffeleiden kanssa. Etenkin valetryffelit menestyvät usein samoilla kasvupaikoilla syötävien tryffeleiden kanssa. Valetryffelit saattavat muodostaa niin tiheän rihmaston isäntäkasvin juurten ympärille, ettei muille ektomykorritsasienille löydy tilaa juuristosta. (Truffles and Mushrooms Ltd 2015.)

3.4. Lisääntyminen

Kun tryffelirihma saa isäntäpuultaan hiilihydraatteja, alkaa se laajentuen ja haaroittuen etsiä maasta ravinteita. Kun kaikki ympäristölliset edellytykset täyttyvät, lukuisat tryffelirihmat alkavat kietoutua yhteen ja muodostavat itiöemän, jonka sisäosassa sijaitsevat itiöt eli lisääntymissolut. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Tryffeleiden itiöemien kypsymisajankohdan ja sadon määrän määrittävät sateiden alkamisajankohta, sademäärät, maaperän laatu ja lähistöllä kukkivat kasvit (Shamekh 2004).

Tryffelin itiöemä on hypogeeninen eli kasvaa maan sisällä. Tryffelin, kuten muidenkin kotelosienten, itiöemästä käytetään toisinaan nimeä *ascomata* tai *ascocarp*. Huomaa kotelosienten kaari eli *Ascomycota*. Hypogeeninen sieni ei pysty levittämään itiöitään tuulen avulla, joten evoluution aikana hypogeenisille sienille on kehittynyt voimakas aromi, joka on havaittavissa vain silloin, kun itiöt ovat kunnolla kypsyneet. Tuoksu houkuttelee hyönteisiä ja nisäkkäitä syömään itiöemän ja sitä kautta levittämään itiöitä uusille kasvupaikoille. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Nehrenheimin (2013) mukaan emakot kiinnostuvat tryffeleissä olevasta kemikaalista, joka muistuttaa karjujen kiimaeritettä. Maahan päätyneet itiöt muodostavat uutta rihmastoa, joka muodostaa taas nuoren puun juurenkärjen kanssa ektomykorritsan eli pintasianijuuren (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015). Demetrin (2015) mukaan tryffelirihman kiinnittyessä puun juureen, kehittyy rihmatoon yksi tryffeli vuosittain.

Vuonna 2008 saatiin selville, että mustatryffeli (*Tuber melanosporum*) on heterotallinen sieni (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 323). Tämä tarkoittaa tieteen termipankin kuvauksen mukaan sitä, että sienellä ”on kahden- tai useammanlaisia pariumistyyppisiä edustavia sienirihmoja ja - - suvullinen lisääntyminen voi tapahtua vain näiden tyyppien välillä.” Eli vähän kuten kaksikotisuus kasveilla, jolloin lisääntymiseen tarvitaan sekä hede- että emikasvi. Heterotallisen sienien sukuelimet munapesäke eli askogonio ja siittiöpesäke eli anteridio muodostuvat vasta, kun kahden eri pariumistyyppin sienirihmat ovat kasvaneet yhteen. (Webster & Weder 2007, 420). Vuonna 2011 mustatryffelillä tunnistettiin kaksi eri pariumistyyppin sienirihmaa. Mustatryffelin lisääntymisbiologian tietämys on kuitenkin vielä vähäistä, sukuelimistä vain munapesäke on tunnistettu. Vuodelta 2013 olevassa tutkimuksessa oletettiin munapesäkkeen yhdistävän mykorritsan itiöemään koko itiöemän kehityksen ajan. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 323.)

3.5. Ominaisuudet

Tryffelit muistuttavat ulkonäöltään lähinnä kiviä, savipaakkuja tai perunoita. Tryffelin ulkokuori eli peridium voi olla sileä tai ryppyinen ja sen väri vaihtelee lajeittain. Myös tryffelin itiömallon väri vaihtelee lajeittain mustasta valkoiseen ja vaaleanpunaisesta ruskeaan. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Maan alla kasvaa monia sienilajeja, jotka eivät ole syötäviä. Esimerkiksi maahikkaita (*Elaphomyces* – suku), myyrämukuloita (*Hymenogaster* – suku) ja mukulakuukusia (*Scloderma* – suku) luullaan usein tryffeleiksi. Tryffelin tuntomerkinä pidetään sille ominaista, marmorimaista, sileää poikkileikkauspinnan maltoa. Lisäksi tryffelin itiöemä on epäsäännöllisen pyöreä, kuivapintainen, sileä ja kiinteä, muttei kova. Maahikkaat ovat lähes pallomaisen pyöreitä ja kivikovia, niiden mallon poikkileikkauspinta on tumma ja hohkainen. Myyrämukulat eroavat tryffeleistä siinä, että niiden poikkileikkauspinta on selkeästi lokeroinen. Mukulakuukset puolestaan kasvavat puolittain maan pinnalla ja niiltä puuttuu tryffeleiden poikkileikkauspinnan marmorikuvio. (Bonsdorff, Hopsu-Neuvonen, Huhtinen, Korhonen, Kosonen, Moisio & Palmén 2013, 108–109.)

Tryffeleiden ravintoarvo on korkea verrattuna esim. vihanneksiin. Proteiinipitoisuudet ovat lähes lihan ja kalan veroiset. (Shamekh 2004.) Alla on kuvattuna mustatryffelin ravintoarvo prosentteina kuiva-aineista:

- raakaproteiinia 23,3 %
- raakarasvaa 2,2 %
- hiilihydraatteja 66,2 % (Brown 2015, 9–12).

Sieniä käytetään usein vain maun vuoksi, mikä hämärtää ravitsemukselliset edut, joita sienillä on tarjota. Sienissä on poikkeuksellisen paljon proteiinia. Sienistä saadaan jodia ruokavalioon, jos kasvualustaan lisätään rakkolevää. UV-B säteilytyksen avulla sienistä saadaan hyvin D2-vitamiinipitoisia. sienet ovat vähärasvaisia ja -kalorisia. Sienissä (20–30%) on kananlihan (24–25%) veroisesti proteiinia. (Brown 2015, 9–12.)

Etenkin tryffeleitä käytetään pääosin niiden aromin vuoksi. Nykyään tryffelit lisätään ruokaan vasta valmistuksen loppuvaiheessa, jolloin herkullinen aromi saadaan säilymään ja esille. Tryffeleiden aromaattisia yhdisteitä ei ole onnistuttu säilömään. tryffelin tuoksu ja maku ovat parhaimmillaan tuoreena (Shamekh 2004.)

Kulinaristit ovat kautta aikojen kuvailleet tryffelin makua herkulliseksi. Mustien tryffeleiden maku on hienostuneempi ja miedompi kuin valkoisten. Makua on kuvattu mm. siirappimaisen makeaksi. Tuoksua taas on verrattu mm. tumman suklaan, myskin, pähkinän tai mustan oliivin tuoksuun. Tryffelin tuoksu korostaa ruuan makuja. Tuoksu on voimakas, ainutlaatuinen sekä vaikeasti kuvailtavissa ja vaihtelee lajeittain. (Nehrenheim 2013.) Isäntäpuun laji vaikuttaa tryffelin tuoksuun ja makuun (Demetri 2015). Villien tryffeleiden maku on aina voimakkaampi, miellyttävämpi ja säilyy kauemmin, kuin viljeltyjen tryffeleiden maku (Trufamania 2008).

3.6. Kasvupaikat

Tryffelirihmasto tuottaa tryffeleitä vain tietynlaisissa oloissa. Italiassa puun, jonka juuristossa tryffelit kasvavat, tunnistaa ympyrän muotoisesta kehästä, kulosta. Sieni nimittäin käyttää kaikki ravinteet, jolloin kulokehällä ei kasva juuri mikään. Hyvä tuntomerkki on myös hyönteiset, joita tryffelin tuoksu houkuttelee puoleensa. Jos löytää hyvän tryffelipaikan, samasta paikasta löytyy tryffeleitä seuraavina 15–30 vuotena. Villien tryffeleiden etsintään käytetään sikoja ja koiria. (Nehrenheim 2013.)

Villin valkotryffelin (*Tuber magnatum*) kasvupaikkavaatimukset:

- Maaperässä on oltava runsaasti merkeli- ja kalkkikiveä.
- Paikan on sijaittava korkeintaan 700 metrin korkeudella merenpinnasta.
- Maan tulee olla ilmavaa, muttei liian läpäisevää.
- Fosforia ja typpeä ei saa olla paljon, mutta kaliumia tulee olla runsaasti.
- pH:n tulee olla 6,8–8,5 eikä maaperässä ei saa olla paljon orgaanista ainesta.
- Maaperän tulee olla kosteaa ympäri vuoden, eli kevät- ja kesäsateet ovat välttämättömiä. Lisäksi maan tulee olla hieman kaltevaa.
- Villin valkotryffelin isäntiä ovat erilaiset tammet, musta- ja valkopoppeli, haapa, raita, valkosalava, lehmus, valkopyökki ja pähkinäpensas (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Villin mustatryffelin (*T. melanosporum*) kasvupaikkavaatimukset:

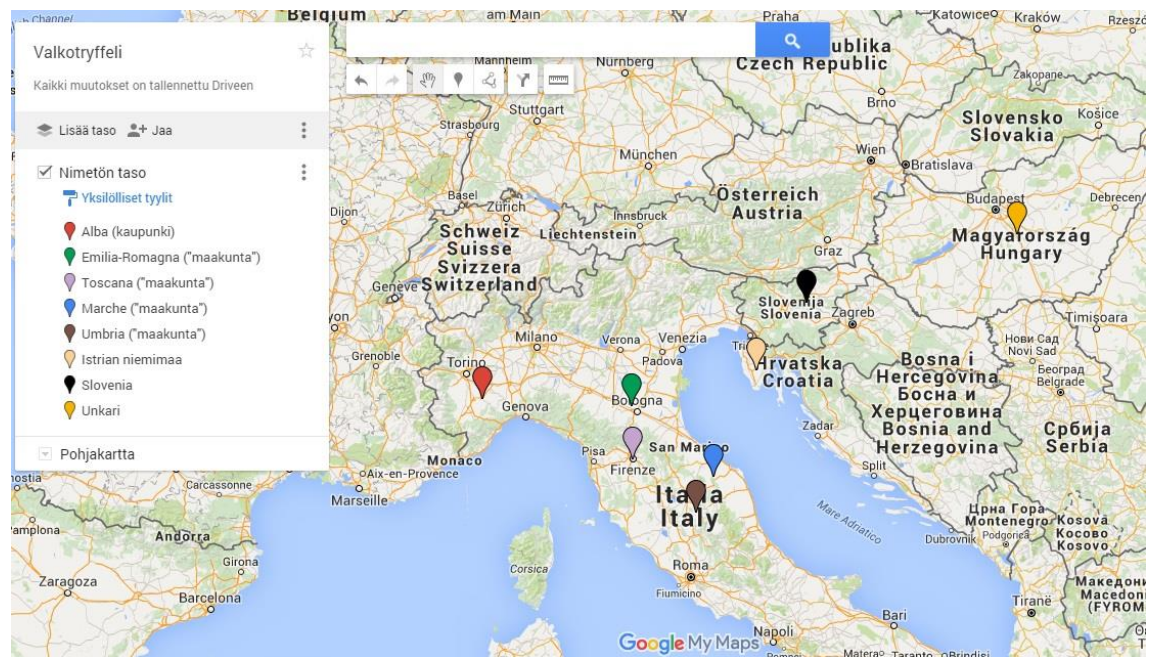
- Maasto on oltava mäkistä.
- Puuston tulee olla harvaa; ei runsaasti pensaita, eikä ruohovartisia kasveja, jotta maaperä lämpenee auringonpaisteessa riittävästi.
- Maaperässä tulee olla runsaasti soraa ja kalkkikiveä, jotta maa olisi läpäisevä
- Maaperän täytyy kuitenkin olla riittävät tiivistä, jotta puun juuret pystyvät kasvamaan hyvin.
- Maaperässä on oltava runsaasti kalsiumkarbonaattia ja vähän orgaanista ainesta.
- Maaperän ei tule olla liian savista (< 40%.)
- Villin mustatryffelin isäntiä ovat erilaiset tammet, lehmus, pähkinäpensas, valkopyökki ja kistukset (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Kesätryffelin (*T. aestivum*) kasvupaikkavaatimukset ovat melko samanlaiset kuin mustatryffelin. Kesätryffeli tosin menestyy myös jonkin verran tiiviimmässä ja savipitoisemmassa maassa kuin mustatryffeli. Kesätryffeli estää tehokkaasti muita kasveja kasvamasta kulokehällä. Villin kesätryffelin isäntiä ovat tammet, pyökit, poppelit, pähkinäpensas, männyn ja lehmukset. (Trufamania 2008.) Kalkkitryffeli (*T. borchii*) on erittäin sopeutuvainen kasvupaikan ja maaperän suhteen. Kalkkitryffeleitä löytyy niin savi- kuin hiekkapitoisestakin maasta ja laji viihtyy sekä lehti- että havupuilla. Kalkkitryffeleitä on löydetty sekä kalkkipitoisesta, että happamesta maasta. Parhaiten kalkkitryffeli kuitenkin menestyy läpäisevässä, hiekka- ja kalkkipitoisessa maassa. (Trufamania 2008.) Kuusi on maailmalla kalkkitryffelille hyvä isäntäpuu (Nehrenheim 2013), Suomessa kalkkitryffeleitä löytyy myös männyn ja koivujen juuristosta (Shamekh, haastattelu 5.11.2015).

3.7. Tryffeleiden levinneisyys maailmalla

Erilaisia *Tuber*-suvun sieniä löytyy lähes kaikista pohjoisen pallonpuoliskon maista sekä Australiasta ja Uudesta-Seelannista. Kaikki *Tuber*-suvun jäsenet eivät kuitenkaan ole syötäviä. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Seuraavana kerrotaan tarkemmin muutamien yleisimpien syötävien tryffeleiden levinneisyydestä.

Valkotryffeli (*T. magnatum*) kasvaa luonnonvaraisena Italian keski- ja pohjoisosissa Albassa, Emilia-Romagnassa, Toscanassa, Marchessa ja Umbriassa. (Nehrenheim 2013; Shamekh 2015.) Italian lisäksi valkotryffeleitä on löydetty Istrian niemimaalta Kroatiaasta sekä paikoitellen Sloveniasta ja Unkarista. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)



Kuva 2: Villin valkotryffelin levinneisyys, Google My Maps, Hannele Järvikari

Kalkkitryffeleitä (*T. borchii*) löytyy kaikkialta Euroopasta lukuun ottamatta Islantia ja Skandinaviaa sekä Kiinasta ja Yhdysvalloista (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015).

Kesätryffeleitä (*T. aestivum*) löytyy luonnonvaraisena ympäri Eurooppaa (Välimeren maista aina Tanskan, Britannian ja Liettuan leveyspiireille saakka) sekä Venäjältä ja Lähi-idästä (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015). Myös Ruotsin Gotlannista ja Öölannista on löydetty luonnonvaraisia kesätryffeleitä (Wedén, Pettersson & Danell 2009). Ruotsissa aloitettiin tryffelitutkimus 1997, jonka jälkeen vuoteen 2001 mennessä viljejä kesätryffeleitä oli havaittu 22 alueella Gotlannissa. Kesätryffeli näyttää sopeutuneen Gotlannin ilmastoon. Tryffeleitä löydettiin tuolloin tammilta ja pähkinäpensailta (Shamekh 2004).

Mustatryffeleitä (*T. melanosporum*) löytyy luonnonvaraisena Euroopassa Välimeren maista Saksan ja Puolan korkeudelle asti. Lisäksi villi mustatryffeli menestyy myös Turkissa. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

3.8. Tryffelilajit

Tryffelilajeja on satoja ja vain osa niistä on kansainvälisesti määritelty ruokasieniksi. Suomalaisessa sienikirjassa ”Sienimetsästä markkinoille” väitetään kuitenkin kaikkien *Tuber*-suvun lajien olevan syötäviä. Tryffelilajin määrittämisessä huomioidaan itiöemän muoto ja koko, ulkokuoren väri ja tekstuuri, sisäosan, itiökoteloiden ja itiöiden morfologiset ominaisuudet sekä tryffelin tuoksu ja maku. Maailmanlaajuisesti 63 sienilajia on määritetty *Tuber*-sukuun kuuluviksi. Italiasta löytyy 25 eri *Tuber*-suvun lajia, joista vain 9 on syötäviä. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

3.8.1. *Tuber magnatum*

Tunnetaan Suomessa nimillä valkotryffeli ja syystryffeli. Toisinaan käytetään myös nimeä Alban Madonna (Tartufo d’Alba.) Valkotryffeli on arvokkain ja arvostetuin sekä aromaattisin tryffelilaji Euroopassa. Valkotryffeli ei menesty Suomen oloissa. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Satoa korjataan lokakuusta joulukuuhun Italiassa, Kroatiassa, Sloveniassa ja paikoitellen myös Unkarissa (Trufamania 2008).

Valkotryffeleitä myydään vuosittain eurooppalaisissa tryffelihuutokoupoissa. Tutkijat ovat tehneet vuosikymmenten ajan tutkimusta tämän tryffelilajin viljelyn eteen. Italiassa muutamat viljelmät ovat saavuttaneet jonkinlaista menestystä, mutta optimaalista viljelytekniikkaa ei ole vielä löydetty. (Csorbainé 2011.) Valkotryffeli kasvaa itsenäisesti, eikä sen viljely tryffelitarhoissa ole vielä mahdollista. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015).

Valkotryffelin ulkokuori on väriltään keltainen ja siinä voi olla ruskeita tai punaisia laikkuja. Itiömallossa risteilee valkoisia suonia ja muun mallon värititys vaihtelee puhtaan valkoisesta vaaleanpunaiseen ja vaalean ruskeaan. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.) Isäntäkasvi vaikuttaa valkotryffelin väriin (Demetri 2015). Valkotryffeli kasvaa helposti suuren omenan kokoiseksi, suurimmat yksilöt ovat jopa yli kilon painoisia (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015).

Valkotryffelin tuoksu on erittäin intensiivinen ja miellyttävä. Tämän lajin tryffeleitä käytetään aina tuoreena, hyvin ohueksi viipaloituna mausteena mm. tuorepasta-, riisi-, fondue-, munakas- ja sienisalaattiruoissa. Italiassa myydään oliiviöljyä, johon on lisätty murskattua valkotryffeliä, pari tippaa riittää antamaan tryffelin maun ruokaan. (Nehrenheim 2013.) Kypsentäminen poistaa valkotryffelin aromin kokonaan (Trufamania 2008).



Kuva 3: Valkotryffeli, *Tuber Magnatum*, Trufamania

3.8.2. *Tuber borchii*

Tunnetaan Suomessa nimellä kalkkitryffeli ja on toiseksi paras valkotryffelilaji. Italiassa tämän suosituksen valkoisen tryffelin satoaika alkaa lokakuussa ja jatkuu maaliskuulle. Maailmalla kalkkitryffelille hyvä isäntäpuu on kuusi. (Nehrenheim 2013.) Ukrainalaisen opinnäytetyön mukaan kalkkitryffeli on vähemmän tunnettu tryffelilaji Euroopassa. Nehrenheimin mukaan kalkkitryffeleitä esiintyy luonnonvaraisena myös Suomessa. Kalkkitryffeleitä poimitaan Espanjassa tammikuusta huhtikuun loppuun saakka (Trufamania 2008).

Kalkkitryffelin itiöemä on muodoltaan epäsäännöllisen pyöreä ja ulokkeinen, halkaisijaltaan 2–7 senttimetriä. Itiöemän ulkokuoren väri on aluksi valkea, mutta tummuu ruskeahkoksi kypsyessään, kypsän tryffelin ulkokuoressa usein punertavia laikkuja. Itiömalto on kiinteä, aluksi valkea ja muuttuu myöhemmin punertavan ruskeaksi. Marmorikuvion muodostavia suonia on laajalti ja ne ovat väriltään valkoisia. Askukset ovat ympyrän tai ovaalin muotisia ja sisältävät yleensä kolme, joskus neljä itiötä. (Trufamania 2008.)

Maku ja tuoksu muistuttavat hieman valkosipulia. Kalkkitryffeliä käytetään mausteena valmistettaessa erilaisia gastronomisia erikoisuuksia. (Nehrenheim 2013.) Kalkkitryffelin maku ja tuoksu voimistuvat sekä muuttuvat epämiellyttäväksi vanhemmiten (Trufamania 2008).



Kuva 4: Kalkkitryffeli, *Tuber borchii*, Trufamania

3.8.3. *Tuber melanosporum*

Suomalaisittain mustatryffeli tai Perigordin musta timantti on arvostettu ranskalainen tryffeli. Mustatryffeliä viljellään Ranskan Burgundin alueen lisäksi Italian Umbriassa ja Marchen alueella Apenniineilla. Satoaika alkaa marraskuussa ja jatkuu maaliskuuhun. (Nehrenheim 2013.)

Mustatryffeli on Euroopan yleisin tryffelilaji. Sitä kasvatetaan menestyksekkäästi sekä Ranskassa, Italiassa että Espanjassa. Tämä tryffelilaji viihtyy välimerellisissä olosuhteissa, joten sen kasvattaminen muualla on haasteellista. (Csorbainé 2011.) Luonnonvaraisena mustatryffeleitä kasvaa ympäri Italiaa, sekä myös Espanjassa ja Ranskassa (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015). Mustatryffelin viljelyä on kokeiltu Juvalla. Sen viljely on vaikeampaa kuin kesätryffelin viljely. Tämä tryffelilaji on mustista tryffelistä suosituin. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

Mustatryffelin ulkokuori on ryppyinen (Demetri 2015) ja väriltään mustanruskea. Tryffeli on muodoltaan pyöreä ja joskus ulokkeellinen. Itiömalto on ruskea tai punertavan musta. Mustatryffeli voi saavuttaa jopa ison omenan koon. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Mustatryffeliä käytetään sekä raakana että kypsennettynä. Niitä käytetään mm. erilaisissa kastikkeissa, liemihyytelössä, hanhenmaksassa ja täytetyssä lihassa. Mustatryffeli on oleellinen raaka-aine hienostuneessa spagettikas- tikkeessa nimeltä Norcina-kastike. (Nehrenheim 2013.)



Kuva 5: Mustatryffeli, *Tuber melanosporum*, Trufamania

3.8.4. *Tuber aestivum*

Tunnetaan Suomessa nimellä kesätryffeli tai musta kesätryffeli. Kesätryffelit ovat arvokkaita mustia tryffeleitä ja niitä viljellään myös Suomessa. Kesätryffeliä kutsutaan röpelöisen kuorensa vuoksi Italiassa kansanomaisesti nimellä ”Scorzone” (scorza=kaarna) (Nehrenheim 2013.)

Kesätryffeli on musta- ja valkotryffelin jälkeen Euroopan kolmanneksi yleisin tryffelilaji ja sitä viljellään lähes koko Euroopassa. Suomen lisäksi esimerkiksi Unkarissa kesätryffeli on tärkein viljeltävä tryffelilaji. Italiassa satoa saadaan kesäkuusta marraskuuhun. (Csorbainé 2011.) Espanjassa kesätryffelin satoaika kestää yleensä toukokuusta heinäkuuhun, mutta kosteusolojen ollessa otolliset voidaan satoa korjata jopa joulukuuhun saakka (Trufamania 2008).

Kesätryffelin itiöemä on pyöreä, halkaisijaltaan 2–9 senttimetrinen, väriltään mustanruskea tai musta ja selkeästi ryhmyinen. Yksittäinen ryhmy on 3-12 mm leveä, pyramidimainen ja 4–6 –kulmainen. Itiömälto on kiinteä, raakana valkoinen ja kypsyy lopulta tumman ruskeaksi. Marmorikuvion muodostavia suonia on paljon ja ne ovat ohuita sekä valkoisia, eivätkä tummu ilman vaikutuksesta. Askukset ovat pyöreitä ja sisältävät 1–6 itiötä (yleensä 3–4.) (Trufamania 2008.)

Kesätryffelin tuoksu on mieto ja miellyttävä, muistuttaa paahdettua malasta. Yli kypsyessään tryffelin tuoksu voimistuu ja alkaa muistuttamaan merilevän hajua. Maultaan kesätryffeli on pähkinäinen; muistuttaa lähinnä saksanpähkinän tai hasselpähkinän makua. (Trufamania 2008.)



Kuva 6: Kesätryffeli, *Tuber aestivum*, Trufamania

4. VILLITRYFFELEIDEN HYÖDYNTÄMINEN

4.1. Villitryffeleiden käytön historia

Villejä tryffelejä on käytetty vuosisatojen ajan ruuanlaitossa Välimeren maissa. Beduiinit ovat jo kauan käyttäneet tryffeleitä lihan korvikkeena. Antiikissa tryffeleitä käytettiin myös potenssilääkkeinä. (Shamekh 2004) Tänä päivänä ei voida olla aivan varmoja siitä, puhuivatko antiikin historioitsijat nimenomaan samasta sienestä, jota nykyään kutsutaan tryffeliksi. Egyptiläiset valmistivat tryffelistä ruokaa peittämällä sen hanhenrasvalla ja keittämällä. Antiikin aikoina Kreikassa ja Roomassa tryffeliin liitettiin erilaisia terapeuttisia voimia, kuten parantavia ominaisuuksia tai sukupuoli-viettä kiihottavia vaikutuksia. Tryffeliä on aikojen saatossa pidetty myös hurmiotilaa aiheuttavana aineena. (Nehrenheim 2013.)

Muinoin uskottiin, että tryffeli syntyy vedestä, lämmöstä ja jumalaisesta salamasta. Keskiajalla tryffelin suosio hiipui, sillä maan alla kasvavaa ja ruuaa sientä pidettiin paholaisen merkinä. Renessanssiaikana tryffelistä tuli jälleen suosittu. Tällöin kallista tryffeliä tarjottiin vain aatelisten ruokapöydissä. (Nehrenheim 2013.) Andrea Gógán Csorbainé kertoo opinnäytetyössään 2011 mustien tryffeleiden käytön levinneen keskiaikaan mennessä Välimeren maista Keski-Eurooppaan. Tämä tieto perustuu keskiaikaisista ranskalaisista ja unkarilaisista keittokirjoista löydettyihin tryffeliresepteihin.

Viimeisten sadan vuoden aikana niin tryffeleiden kuin muidenkin syötävien sienten kohdalla on ollut havaittavissa luonnonvaraisten esiintymien vähenemistä. Sienten luonnontuotannon vähenemisen arvellaan johtuvan metsäisyyden vähenemisestä, tuholaisista ja taudeista, jotka tuhoavat isäntäkasveja, hoitometsien lisääntymisestä (hoitometsissä puut istutetaan tiheämpään kuin luonnontilaisissa metsissä eivätkä hoitometsien puut sovellu yhtä hyvin isänniksi kuin luonnontilaisten metsien puut), edellisen jääkauden jälkeen alkaneesta ilmaston lämpenemisestä, sienten poimimisesta aiheutuneesta maantiivistymisestä sekä haposateista. Tryffelin kohdalla myös maailmansodilla on ollut merkitystä tuotannon vähenemisessä, sillä niiden aikana menetettiin paljon asiantuntemusta tryffeleiden kasvupaikkojen ja korjuumenetelmien suhteen. (Hall ym. 2003, 433.)

4.2. Villitryffeleiden etsintä

Kokenut tryffelinpoimija löytää lähellä maan pintaa kasvavan tryffelin maan halkeamien perusteella. Ranskassa etsintäapuna ovat siat ja Italiassa koirat. Koirat ovat nopeampia kuin siat, eivätkä syö löytämäänsä saalista. Siat etsivät tryffeleitä luonnostaan, koirat täytyy kouluttaa. Tryffelit kasvavat 5 – 30 cm syvyydessä 20 – 100 cm etäisyydellä puun rungosta. (Shamekh 2004.) Etenkin kesätryffelit kasvavat lähellä maanpintaa, joten ne on helppo havaita maasta maan halkeilun perusteella. Kesätryffeleitä voi löytää kasvamasta jopa lehtikasasta. (Trufamania 2008.)

Siat haluavat itse syödä löytämänsä tryffelit. Lisäksi siat vahingoittavat tryffeleitä etsiessään sienirihmastoja, mikä vähentää tryffelin saantia. Italiassa sikojen käyttö tryffelin etsinnässä kiellettiin tästä syystä 1985. Tryffelit tulee kerätä juuri oikeaan aikaan, jotta niiden aromit ja maku olisivat parhaimmillaan. Vain eläin pystyy haistamaan oikean ajankohdan tryffelien korjuulle. *Lagotto romagnolo* – niminen koirarotu tunnetaan varsinaisena tryffelikoirana. Tämän rodun koirat ovat pienikokoisia ja älykkäitä, niitä käytetään ympäri maailmaa tryffeleiden etsintään. Periaatteessa minkä tahansa hyvällä hajuaistilla varustetun nuoren koiran voi kouluttaa etsimään tryffeleitä. Kouluttaminen vaatii aikaa, muttei sinänsä ole vaikeaa. Toisin kuin siat, koirat mielellään luovuttavat löytämänsä sienien saadakseen palkkioksi herkkupalan ja pääntaputuksen. (Nehrenheim 2013.)

Italiassa tryffeleiden etsintään tarvitaan lupa, jonka voi saada maksamalla vuosittaisen lupamaksun. Eri tryffelilajeille on omat alueelliset satoaikakalenterit. Kun tryffelinetsijän koira haistaa tryffelin maasta, se kutsuu paikalle isäntänsä, joka hyvin varovasti kaivaa tryffelin käyttäen siihen tarkoitettua käsikuokkaa. Kaivettuaan tryffelin maasta, etsijä laittaa huolellisesti kaivamansa maa-aineksen takaisin paikoilleen. Näin varmistetaan, että sienirihmoista pääsee kehittymään uutta myseeliä ja sitä kautta uusia tryffeleitä. (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015.)

Tryffeleiden luonnontuotannon vähenemisen takia tulisi ympäri maailmaa ottaa käyttöön säännöt ja määräykset, jotka estäisivät tryffeleiden liiallisen ja vahingoittavan korjuun (Hall ym. 2003, 433.) Amerikan Yhdysvaltojen läntisillä rannikkoalueilla Kalifornian osavaltion pohjoisosissa ja Oregonin osavaltiossa esiintyy runsaasti vilttejä tryffeleitä. Oregonissa villitryffeleiden etsintä on yleistä, ja siellä järjestetään vuosittain tryffelifestivaalit. Oregonissa villien tryffeleiden etsimiseen tarvitaan nykyään maanomistajan lupa. Paikallinen metsähallitus asetti kyseisen lain vuonna 2013. (Schwartz 2015.)

Muun muassa Tshekeissä ja Slovakiassa kesätryffeliä pidetään niin harvinaisena, että se on luokiteltu uhanalaiseksi ja rauhoitetuksi. Kesätryffeleiden poiminta luonnosta on näissä maissa kiellettyä. Kesätryffelin luokittelu uhanalaiseksi lajiksi saattaa kuitenkin johtua tiedon puutteesta, sillä muissa maissa tätä lajia pidetään yleisenä ja laajalle levinneenä. Lisätutkimus kesätryffelin levinneisyydestä saattaisi johtaa suojeluluokituksen uudelleenarviointiin. (Gryndler, Hršelova, Soukupová, Streiblová, Valda, Borovička, Gryndlerová, Gažo & Miko 2011, 84–91.)

4.3. Villitryffelit Suomessa

Lahdesta löydettiin luonnonvaraisia tryffeleitä 2006, sitä ennen Suomessa on tehty satunnaisia löytöjä. Vuonna 2009 löytöjä tehtiin jo usealla paikalla. Suomen luonnossa maan happamuus rajoittaa tryffeli-itiöitä kasvavasta rihmastoiksi ja edelleen irtonaisiksi mukuloiksi. (ESS 2010.)

Suomessa pidetään ruokaryffeleinä monia sellaisia tryffelilajeja, joita eteläeurooppalaiset eivät laske syötäviksi sieniksi. ”Sienimetsästä markkinoille” -kirjassa kerrotaan kaikkien tryffelilajien olevan ruokasieniä, toiset lajit ovat aromiltaan hienostuneempia kuin toiset. Esimerkiksi Italiassa pidetään hienostuneen makuisista tryffeleistä ja siellä tarhatryffeliä (*Tuber maculatum*) ei lasketa ruokasieneksi, kun taas Suomessa kyseistä lajia pidetään erinomaisena ruokasieninä. Suomesta luonnonvaraisena löytyviä tryffeleitä ei Etelä-Euroopassa käytetä juuri ollenkaan. Siellä käyttö on perinteisesti keskittynyt suurikokoisempiin ja mietoaromisempiin tryffelilajeihin. (Bonsdorff ym. 2013, 108; Nehrenheim 2013.)

Villit tryffelit ovat Suomessa valkoisia ja kasvavat sekametsissä männyllä, kuusella sekä koivulla. Suomesta on löydetty tryffelilajeja, joita aiemmin löydetty vain Amerikoista. Puolella välissä heinäkuuta alkaa satokausi, sitä ennen löydetyt ovat joitain muita, ei-syötäviä *Tuber*-suvun lajeja. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

Valkoisten tryffeleiden lajiluokittelu on Suomessa ja maailmalla vielä kesken. Suomesta löytyviä pohjantryffeliä (*T. rapaeodorum*), tarhatryffeliä ja kalkkitryffeliä (*T. borchii*) pidetään täällä erinomaisina ruokasieninä. Lisäksi Suomesta löytyy harvinaisehkoa ruskotryffeliä (*T. rufum*) ja pohjoisamerikkalaista ”kuulastryffeliä” (*T. anniae*), jotka on luokiteltu hyviksi ruokasieniksi. Ruskotryffelin tuoksu voi vanhemmiten olla vastenmielisen pistävä. Lisäksi maastamme löytyy löyhkätryffeleitä (*T. foetidum*), joiden käyttöarvo on vielä selvittämättä. (Bonsdorff ym. 2013, 108.)

Suomesta löydettävien tryffeleiden itiöemät ovat halkaisijaltaan 1–7 cm, erisävyisen ruskeita ja malloltaan vaaleita ja vahamaisen kiinteitä ja sileitä. Niiden marmorikuvio tummuu vanhemmiten. Maku on voimakkaan aromattinen ja läpitunkeva. Tuoksu on vahva ja siinä on kuvailtu olevan vivahteita petrolista, pähkinästä, mullasta ja parfyymistä. (Bonsdorff ym. 2013, 108.)

Suomalaiset villitryffelit säilyvät kevyen pesun ja pintakuivauksen jälkeen jääkaapissa suljetussa rasiassa talouspaperiin kiedottuna enintään muutama päivän. Jos tryffelin tuoksu on pistävä, on tryffeli ylikypsä tai säilytys kestänyt liian kauan. Tryffelin aromit säilyvät parhaiten, jos tryffelin viipaloit ohueksi tai soseuttaa ja sekoittaa tämän jälkeen voihiin, joka pakastetaan tulevaa käyttöä varten. (Bonsdorff ym. 2013, 109.)

Radiohaastattelussa Helsingin lähiruokamessuilla 2013 haastateltu lahtelaisen Tryffdelin Jaana Lamppu-Blick kertoo suomalaisten villien kalkkitryffelien hinnaksi n. 300–400 €/100 g eli 3000–4000 per kilo. Tryffdeli on ainoa paikka, mistä voi ostaa suomalaisia villitryffelituotteita.

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Tryffdelin omistajaa puhelimitse. Idea suomalaisten villitryfflien etsimiseen lähti liikkeelle siitä, että tiedettiin Suomesta löydetyn sattumanvaraisia tryffeleitä maan käännön yhteydessä. Tästä syystä haastateltava uskoi, että tryffeleitä esiintyy muuallakin Suomen maaperässä. Tryffeleiden etsinnässä koira on avainasemassa, oma silmä harjaantunut jonkin verran, mutta tryffeleitä löytyy myös sellaisista paikoista, joista ei voi yhtään niin ennakkoon päätellä. Tryffelin muodostuminen on monen tekijän summa. Toisin kuin Italiassa, Suomessa tryffelin kasvupaikalle ei muodostu kuloa. Puut ovat tyypillisiä isäntäkasveja joskus isäntänä myös pensas. Toisinaan puu sijaitsee jopa melko kaukana tryffeli-esiintymästä. Mänty on huonoimpia isäntiä. Kasvupaikat vaihtelevat hiekkaisesta multamaahan, ja tryffeleitä on löytynyt jopa savisesta maasta. Maaperästä löytyy monia eri tryffelilajeja, joista kaikkia ei ole tunnistettu. Väillä löytyy myös ei-syötäviä lajeja. Pohjantryffeli on hyvä ja yleinen Suomesta löytyvä villitryffeli (Lamppu-Blick, haastattelu 17.12.2015.)

5. TRYFFELIN VILJELY MAAILMALLA

5.1. Tryffelin viljelyn historia

1900-luvun alussa ranskalainen Joseph Talon onnistui kasvattamaan maailman ensimmäiset tarhatut tryffelit. Talon sai selville, että tammen siementaimilla, jotka kasvavat lähellä mustatryffeleitä tuottavaa tammea, voi perustaa tryffeliviljelmän, joka tuottaa tryffeleitä 5 – 20 vuodessa. Siihen asti oli satojen vuosien ajan hyödynnetty pelkästään villitryffeleitä. Talonin menetelmää käytettiin tryffelin viljelyssä aina 1970-luvulle asti. Ongelmana tässä menetelmässä oli se, että taimet eivät olleet puhtaita muista maaperän eliöistä, kuten kilpailevista mykorritsasienistä, taudinaiheuttajista, sukkulamadoista ja tuholaisista. Siksi taimet eivät aina tuottaneet tryffeleitä, joten menetelmä leimautui epäluotettavaksi. (Hall ym. 2003, 434.)

Toinen maailmansota päätti ranskalaisen tryffelinviljelyboomin. 1950-luvulla perusteettiin useita tryffeliyhdistyksiä, jotka saivat aikaan tryffelin viljelyn elpymisen. 1960- ja -70-luvun aikana kehitettiin puhtaampia ja luotettavampia menetelmiä tryffelitaimen tuottamiseksi. Tryffeli-rihmasto siirrostettiin kasvihuoneessa keinotekoisesti isäntäkasviin käyttämällä itiöitä tai juuren paloja, joissa tryffelirihmasto esiintyi. Viime vuosikymmeninä tryffelin viljely on levinnyt sekä Euroopassa että muualla maailmassa parantuneen viljelytekniikan ansiosta. Luonnonvaraisten tryffeliesiintymien väheneminen on lisännyt tarvetta tryffeliviljelmien perustamiselle. (Hall ym. 2003, 434.)

Maailman ensimmäiset tarhatut kalkkitryffelit tuotettiin Italiassa vuonna 1990 (Trufamania 2008). Ensimmäiset tarhatut mustatryffelit tuotettiin puolestaan Ranskassa 1900-luvun kuluessa (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 317).

5.2. Tryffeliviljelmän maaperä, kastelu ja ilmasto

Tryffelin viljelyyn sopivat erittäin läpäisevät, kalkkipitoiset ja niukkaravinteiset maat. (Shamekh 2004.) Jos maa on liian hapanta, tryffeliviljelmän perustamisen yhteydessä käytetään usein kalkkia pH:n nostamiseksi. Jos kalkkia ei laiteta perustamisvaiheessa riittävästi maaperään, pH pyrkii laskemaan muutamassa vuodessa. Tällöin kalkkia on ajoittain lisättävä viljelmälle. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 321 & 324.)

Kastelujärjestelmä on oleellinen osa tryffeliviljelmää. Oikeanlaisella kastelulla saadaan sadonmäärä moninkertaistumaan verrattuna sellaiseen viljelmään, jossa ei käytetä kastelua. Espanjassa 1990-luvun lopulla satotaso kastelemattomilla viljelmillä oli alle 2 kg hehtaarilta vuodessa ja kastelujärjestelmällisillä yli 42 kg/ha/vuosi. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 320.)

Tryffelit tarvitsevat loppukesästä ja syksyllä runsaasti kosteutta kasvattaakseen itiöemiä. Sekä liiallinen kuivuus että kuumuus tryffelin itiöemien kehittymisen aikana alentaa tryffelisatoa merkittävästi. Kuivina ja kuumina kausina tryffeliviljelmää kastellaan mekaanisesti, mikä johtaa siihen, että itiömät kehittyvät lähelle maanpintaa. Tällöin ne ovat alttiina tuholaisien, tautien, kuivumisen ja jäätyneen aiheuttamille vaurioille. Tällaisia ongelmia pystytään vähentämään harvemmalla ja vähäisemmällä kastelulla. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 325.)

5.3. Isäntäkasvit tryffeliviljelmillä

Tryffelinviljely aloitetaan steriilisti tuotetuilla taimilla, joihin siirrostetaan tryffelisien rihmastoa. Taimia kasvatetaan kasvihuoneessa, josta ne siirretään viljelmälle. (Timonen & Valkonen 2013, 357–358.) Ranskassa ja Italiassa on perustettu tammiviljelmiä tryffeleiden kasvatusympäristöiksi (Shamekh 2004). Pähkinäpensas ja tammi ovat maailmalla yleisimpiä tarrattujen tryffelien isäntäkasveja. Pähkinäpensas tuottaa tryffeleitä nopeammin kuin tammi, mutta tammella satoa tulee vuosia kauemmin kuin pähkinäpensaalla. (Nehrenheim 2013.) Myös poppelit, lehmukset ja pajut soveltuvat useiden eurooppalaisten tryffeleiden isäntäkasveiksi.

Maailmalta löytyy kymmenittäin tryffelitaimien tuottajia. Siitä huolimatta tryffelin viljelyssä menestyksen takaavat tekijät pysyvät liikesalaisuuksina. Tällaisia liikesalaisuuksia ovat esimerkiksi siirrostukseen käytettyjen itiöiden määrä, laatu ja käsittelymenetelmä, optimaalinen kastelu, lannoitus, lämpötila, valotasot ja pH-lukemat. (Hall ym. 2003, 434) Tryffelitaimien tuottamisessa on haasteena myös se, että tryffelitaimien juuristoista löytyy usein muita kilpailevia ektomykorritsasieneitä. Etenkin ei-syötävien tryffeleiden rihmastot kilpailevat voimakkaasti ruokatryffeleiden rihmastoa vastaan puun juuristossa. Tryffelituottajan täytyy olla tarkkana hankkiessaan tryffelitaimia, jotta saa varmasti kunnollisia ruokatryffelin rihmastoa sisältäviä puuntaimia. Ainakin Uudessa-Seelannissa tryffelitarhaaja voi testauttaa ostamansa taimet DNA-tutkintaa harjoittavassa yrityksessä, varmistuakseen saavansa sitä mitä tilaa. Yhtiö selvittää rihmaston lajin juurenpalanäytteestä. Esimerkkinä tällaisesta firmasta toimii Dnature. Tryffelitaimien laadun valvontaan on nähty paljon vaivaa. (Demetri 2015.)

5.4. Sadonkorjuu tryffeliviljelmillä

Eri lajien tryffeleitä korjataan Italiassa ja Ranskassa kesäkuusta maaliskuun puoliväliin. Tryffelin korjuun ajankohdan ja sadon määrän määrittävät kastelun ajoittaminen, kastelumäärät ja maaperän laatu. (Shamekh 2004.) Nehrenheimin mukaan vain eläin pystyy haistamaan oikean sadonkorjuuajankohdan. Tryffeliviljelmillä käytetään sadonkorjuussa apuna koiria (Shamekh 2015). Sadonkorjuun odotetaan yleisesti alkavan viidentenä vuonna ja viljelmän tuottavan voittoa seitsemäntenä vuonna viljelmän perustamisesta. (Shamekh 2004.)

6. TRYFFELIN VILJELY SUOMESSA

6.1. Mistä lähdettiin liikkeelle

Vuonna 2004 Kehittyvä elintarvike – lehdessä julkaistussa artikkelissa Salem Shamekh toteaa, että onnistuessaan tryffelin viljelystä voisi tulla kannattavaa bisnestä Suomessakin. Marraskuussa 2015 toteutetussa haastattelussa Juvalla Shamekh kertoi, että 2004 laboratoriossa Aalto yliopistossa tuotettiin Suomen ensimmäinen tryffelitaimi. 2005 järjestettiin Juvalla ensimmäinen tryffeliluento; osallistujia 60. Suomen ensimmäinen tryffelitaimi istutettiin maahan Juvalla 2006. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

6.2. Juvan Tryffelikeskus

Vuonna 2007 perustettiin Juvan Tryffelikeskus yhteistyössä Juvan kunnan ja Teknillisen korkeakoulun välillä. Nykyään toinen osapuoli on laajentunut Aalto-yliopistoksi. Tryffelikeskus etsii menetelmää, jolla tryffeliä voitaisi viljellä myyntiin. Vuonna 2007 on selvinnyt että tryffelirihmasto selviää kovasta pakkastalvesta. Juvalla järjestettiin maailman laajuinen tryffelikongressi syyskuussa 2010. (ESS 2010.)

Vuonna 2012, 6 viljelyvuoden jälkeen, Juvalla saatiin satoa ensimmäisistä tarhatuista tryffeleistä Suomessa. Lajike on kesätryffeli, joka kuuluu arvokkaimiin mustiin tryffeleihin. Maailmalla kesätryffelien satotasot ovat jopa sadan kilon luokkaa. Suomessa tryffelin viljelylle haasteita asettavat kylmät talvet ja kotimaisten isäntäkasvien sekä tryffelilajien puuttuminen tryffelitaimituotannosta. (Kasurinen 2012.)

Keväällä 2014 Juvan Tryffelikeskus kertoi laajentavansa toimintaansa. Tryffelikeskukselle oli hankittu uusi kasvihuone, jossa kasvatetaan aiempaa enemmän puun taimia tryffelinviljelyyn. Juvalla pyritään saamaan tryffelien kasvatusta onnistumaan tammen lisäksi myös suomalaisten puiden juurissa. Juvalla pyritään tuottamaan niin paljon tryffelitaimia, että niitä voisi ruveta myymään. Suomesta löytyy kiinnostusta ostamiseen. (Kasurinen 2014.)

Alkusyksyn 2014 aikana Juvan Tryffelikeskuksen tryffelitarhoista on löytynyt 6 tryffeliä, suurin hieman tennispalloa pienempi, 58 grammainen. Tryffelikeskuksella on useita tarhoja Etelä-Savossa. Suomessa tryffeleiden keruu-aika jatkuu elokuun alusta maan jäätymiseen saakka. Tryffelin paras satokausi on lokakuun loppupuolella. Juvalla tryffeleitä etsitään koiran avustuksella, ja myös ilman koiraa näköhavainnoin. (Pallonen 2014.)

Juvan Tryffelikeskuksella työskenteli syksyllä 2015 yli 10 ihmistä. Tryffelikeskuksen vuotuinen tryffelisato on kasvanut vuodesta 2012 lähtien. Tavoitteena on tuottaa jopa 5000 tryffelitainta vuonna 2016. Tryffelikeskuksella on paljon yhteyksiä ulkomaille, Nordic Truffle Workshop. Vuonna 2016 Suomessa on yhteensä 32 tryffelitarhaa, jotka toimivat Juvan Tryffelikeskuksen ja Aalto-yliopiston kanssa yhteistyössä tryffelinkasvatushankkeessa. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

6.3. Suomalaisen tryffelinviljelyn nykytila ja tulevaisuus

Suomessa tryffelin viljely on vielä koeasteella. Juvan tryffelikeskuksen ja Aalto yliopiston yhteisessä hankkeessa oli vuonna 2015 mukana 32 viljelijää ympäri Suomen. Juvan tryffelikeskus tukee viljelijöitä tryffeliviljelmien perustamisessa. Tryffelikeskuksella arvioidaan viljelmän perustamiskustannusten olevan n. 8000–10000 €/hehtaari. (ESS 2010.) Shamekhin mukaan pH:n tulee olla yli 7 ja kastelu on tärkeää. Tuotto voi tulevaisuudessa olla arvioiden mukaan jopa 300 000€ hehtaarilta (ESS 2010). Vie 5–6 vuotta, että saadaan ensimmäinen sato. Tämän jälkeen yksi puu tuottaa noin 300–500 grammaa tryffeleitä vuosittain. Kesätryffelistä saadaan 400 – 600€/kg. Suomessa kilohinta n. 500€ ja satoaika on elokuusta maan jäätymiseen saakka, sadan kilon hehtaarisadot ovat vielä vain haave Suomessa. Lokakuun lopulla on paras satoaika. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

6.4. Tryffelitaimien tuottaminen, isäntäkasvit Suomessa, viljeltävät lajit

Tryffelitaimia Suomessa myyvät mm. Tryffelitila (tryffelitila.com), Piha- ja puutarhakeskus Kauppila (kauppila.fi) sekä Puut-taimitarha (puut.fi). Puut-taimitarha tuottaa nettisivujensa mukaan kesätryffelillä ympärtyjä tammen, kuusen ja männyn taimia sekä kalkkitryffelillä ympärtyjä männyn taimia.

Karjalohjalla toimivalla Tryffelitilalla tutkitaan ja kehitetään menetelmiä, jolla saadaan viljeltyä tryffeleitä Suomen oloissa. Yritys myy tuottamiaan tryffelitaimia tryffelin viljelijöille. Tryffelitilalla aloitettiin tutkimus vuonna 2009 tilaamalla Ranskasta 40 pähkinäpensaan tryffelitainta. Kokeissa todettiin, että ranskalaiset pähkinäpensaan taimet eivät sovellu hyvin Suomen oloihin. Täällä tryffeleiden isäntäkasvina tulisi käyttää kotimaisia lajeja. Taimituotanto aloitettiin 2011 ja vuonna 2012 rakennettiin tuotantoa ja tutkimusta varten kasvihuone ja taimien talvisäilytykseen soveltuva kellari. Tryffelitaimet ovat pääasiassa tammia ja pähkinäpensaita, tryffelit ovat lajiltaan Burgundin tryffeleitä (*T. uncinatum*) ja kalkkitryffeleitä (*T. borchii*) (Kähönen & Kähönen 2014.) Burgundin tryffeli on kesätryffelin (*T. aestivum*) myöhäisempi alalaji (Trufamania 2008).

Myös Juvan Tryffelikeskuksella tuotetaan tryffelitaimia. Heidän tavoitteenaan on tuottaa jopa 5000 tryffelitainta vuonna 2016. Tryffeleitä ympätään männyn, lehmuksen ja tammen taimien juuristoon laboratoriossa, josta taimet siirretään myöhemmin kasvamaan avomaalle. Vuoden päästä istutuksesta Juvalla tutkitaan onko tryffelitaimien juuristossa havaittavissa rihmas-toa. Juvan tryffelitaimiin on ympätty kesätryffelin ja mustatryffelin rihmas-toa. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.)

6.5. Tryffeleiden viljely kotipihassa

Vuonna 2015 tryffelin viljelyä voi jo kokeilla myös kotipuutarhassa. Tarvi-taan taimet, kärsivällisyyttä ja ripaus onnea. Suomen luonnostakin löytyy useita eri tryffelilajeja. Tryffelitaimien tuottamisessa käytetään tammen, pähkinäpensaana tai kuusen taimia, joiden juuristoon tryffelisieni ympätään. Kotiviljelyyn sopii puutarhamaa, pelto tai niitty. Metsämaa ei käy, koska siellä on liikaa kilpailevia sienijuuria, mykorritsoja. Maa tulee olla kuoh-keaa ja vettäläpäisevää. Tryffeli ei siedä seisovaa kosteutta eikä menesty savi-maassa. Tryffeli vaatii kalkkipitoisen maan, pH 6,5 – 7,8 lajikkeesta riippuen. Vuosittain pintamaata muokataan keväisin. Satoa saattaa tulla jo 3 – 4 vuoden kuluttua istutuksesta, yleensä vasta 5 – 7 vuoden jälkeen. Piha ja Puutarhakeskus Kauppila myy kesätryffeleillä ympättyjä pähkinäpensaana ja tammen taimia sekä kalkkitryffelillä ympättyjä kuusia. (Kauppila 2015.)

7. MAAILMAN KAUPPA

Tryffelit ovat ainoita syötäviä ektomykorritsasieniä, joiden itiöemiä pysty-tään merkittävässä määrin tuottamaan viljelmillä kaupalliseen käyttöön. Tryffelisienien lisäksi muita haluttuja syötäviä ektomykorritsasieniä, kuten kantarelleja, herkkutatteja ja matsutake-sieniä, ei ole runsaasta tutkimuk-sesta huolimatta saatu tuottamaan suuria määriä itiöemiä viljelmillä. Tryf-feliviljelmien sienisatoa on saatu kasvatettua hallitulla kastelulla. (Timonen & Valkonen 2013, 201.) Tryffeli on kallein syötävä sieni maailmassa (Ka-surinen 2014). Tryffeleitä myydään tuoreena, suolaliuokseen säilöttynä tai kuivattuna (Shamekh 2004).

7.1. Tuotantomäärät

Tryffelin maailmanlaajuinen sato on noin 300 tonnia vuosittain. Tässä on mukana myös villitryffelit. (Nehrenheim 2003). Syötäviä sieniä tuotetaan maailmalla vuosittain kaikkiaan noin 8 miljoonaa tonnia. Suurin osa tästä määrästä tulee Kiinasta, seuraavaksi eniten Italiasta. Herkkusienien tuo-tanto kattaa 25 % kaikesta maailman sienituotannosta, osterivinokkaat, pleurotus spp. n. 14 %. Tryffeleiden tuotanto kattaa vain alle 0,0004 % koko maailman syötävien sienien tuotannosta. (Brown 2015.)

Erään australialaisen mustatryffeliviljelmän tuotto-odotus on 60 kg/hehtaar-tilta (Shamekh 2004). Maailmalla kesätryffelin vuosisadot hehtaarilta ovat olleet parhaimmillaan jopa 100 kilon luokkaa (Nehrenheim 2013).

Vuosittain maailmalla tuotetaan yhteensä n. 150 tonnia mustatryffeileitä ja 50 – 200 tonnia valkotryffeileitä. Näiden markkina-arvo on yli 300 miljoonaa Yhdysvaltain dollaria/vuosi. (Hall ym. 2003, 433.)

1900-luvun alussa Ranskassa tuotettiin vuosittain liki 2000 tonnia talvitryffeileitä (*Tuber brumale*) ja mustatryffeileitä. 1920-lukuun mennessä määrä oli romahtanut jo 200–400 tonniin vuosittain ja toisen maailman sodan aikana tryffelin tuotanto Ranskassa loppui 15 vuodeksi kokonaan. Sen jälkeen tuotanto on pysynyt alle 200 tonnissa/vuosi, viime vuosikymmeninä näiden tryffeileiden tuotanto Ranskassa on ollut jopa alle 100 tonnia vuosittain. Näihin määriin on laskettu sekä tarhatut, että villit tryffelit. (Hall ym. 2003, 433–434.)

Luonnontuotannon vähenemisestä johtuen mykorritsasienten tuotannon tutkiminen on tänä päivänä erittäin ajankohtainen aihe. Tämän aiheen tutkiminen on hidasta, sillä mykorritsasienillä kestää vuosia ennen kuin niistä saadaan satoa. Lisäksi alan tärkeimpiä tutkijoita sitoo salassapitovelvollisuus, joten he eivät voi julkaista tai patentoida löydöksiään siinä pelossa, että menettäisivät elintärkeät immateriaalioikeutensa. (Hall ym. 2003, 433.)

Tryffelitaimien tuottamisessa ja tryffelin viljelyssä esiintyvistä ongelmista huolimatta tänä päivänä yli puolet kaikista mustatryffeleistä tuotetaan keinotekoisilla tryffeliviljelmillä. (Hall ym. 2003, 434.) Mustatryffelin viljely on tänä päivänä maailmanlaajuista ja keskittynyt pääosin alueille, joilla vallitsee välimerellinen ilmasto (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 317).

7.2. Tuottajamaat

Noin 1/5 maailman tryffelisadosta on peräisin Italiasta. (Nehrenheim 2013). Ranskassa, Italiassa, Espanjassa ja Australiassa tryffeileiden tuotanto on tänä päivänä miljoonien eurojen arvoista bisnestä. Ranskassa mustatryffeileiden vuotuinen markkina-arvo on noin 20 miljoonaa, Espanjassa 7,5 miljoonaa ja Australiassa 4 miljoonaa euroa. Vuonna 1999 Italiassa kaikkien tuotettujen tryffeileiden markkina-arvo oli yhteensä 18 miljoonaa euroa. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 317–318.)

Pohjois-Amerikassa mustatryffeileitä on viljelty 1970-luvun lopulta asti. Tänä päivänä Pohjois-Amerikassa on tryffeliviljelmiä länsirannikolla Kaliforniasta Kanadan Brittiläiseen Kolumbiaan ja USA:n eteläisissä osavaltioissa Texasista North Carolinaan saakka. Australiassa ja Uudessa-Seelannissa tryffelin viljely aloitettiin 1980-luvun lopulla mustatryffeileillä. Nykyään tryffeileitä viljellään yleisesti läntisessä Australiassa, Tasmaniassa, Uudessa Etelä-Walesissa ja Victoriassa. Kiinassa on vuodesta 1989 alkaen viljelty *Tuber indicum* – nimistä tryffelilajia. Suuri osa kiinalaisista tryffeleistä tuodaan Eurooppaan. Trufamania – sivuston mukaan *T. indicum* muistuttaa ulkonäöltään mustatryffeliä, mutta on mauttomampi ja sitä myydään paljon halvemmalla. Kiinassa tryffeileiden kysyntä on vähäistä. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 322–322.)

Euroopan perinteisten tryffelimaiden lisäksi mustatryffeliä on viljelty onnistuneesti Ruotsissa, sekä Välimeren maista Marokossa ja Israelissa. Kesätryffeleitä viljellään laajasti ympäri Eurooppaa. Etelä-Amerikan maista mustatryffeliviljelmiä löytyy Chilestä ja Argentiinasta, lisäksi kiinnostus tryffelin viljelyä kohtaan on herännyt myös Uruguayssa, Perussa ja Brasiliassa. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 323.)

7.3. Kilohinnat ja tuotto-odotukset

Kilosta valkotryffeleitä maksetaan 3000–5000 €. (Nehrenheim 2013). Ranskalaisesta laadukkaasta mustatryffelistä maksetaan 1500–2000 €/kg. (Shamekh, haastattelu 5.11.2015.) Italiassa tryffelin pörssihinta 13.11.2015 oli 4000 €/kg (Centro Nazionale Studi Tartufo 2015). Australiassa laadukkaana mustatryffelin keskikilohinta oli vuonna 2012 n. 950 €. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 318.)

Euroopassa mustatryffelin tuottajille on viime vuosina maksettu 150 – 800 € kilolta. Jälleenmyyjät pääsevät paljon suurempiin tienesteihin; esimerkiksi Pariisissa ja Lontoossa tryffeleitä on myyty jopa yli 4000 € kilohinnoilla. Tästä syystä tryffelituottajat ovat alkaneet myydä satoaan suoraan ravintoloille sekä nettikaupoissa kuluttajille. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 318.)

Vuonna 2001 tehty katsaus eurooppalaiseen mustatryffelituotantoon osoitti, että viljelijä saa aina vähintään yhdeksän prosentin korkotuoton tryffeliviljelmään sijoittamalleen pääomalle. Tällaisen korkotuoton saavuttamiseen meni tosin aina yli kymmenen vuotta. On arvioitu, että maailmanmarkkinoilta löytyisi kysyntää ainakin 1 000 tonnille mustatryffeleitä, tällä hetkellä maailmalla tuotetaan tuosta määrästä alle 10 %. Espanjassa mustatryffelin arvo on noussut vuosittain kolme prosenttia viimeisten 50 vuoden ajan. (Reyna & Garcia-Barreda 2014, 318.)

8. SUOMALAISTEN TRYFFELIN VILJELIJÖIDEN HAASTATTELUT

Alun perin tämän opinnäytetyön oli tarkoitus perustua suurimmaksi osaksi suomalaisten tryffelin viljelijöiden haastatteluihin. Juvan Tryffelikeskusta haastateltaessa kävi ilmi, että melkein kaikkien viljelijöiden yhteystiedot olivat salassa pidettävää tietoa. Sain haastatteluja varten kahden suomalaisen tryffelin viljelijän yhteystiedot.

8.1. Haastattelujen metodiikka ja tavoitteet

Haastattelut toteutettiin puhelimitse ja sähköpostitse, puhelut nauhoitettiin. Haastattelun muodoksi valikoitui teemahaastattelu. Haastatteluja varten laadittiin teemaan sopivat haastattelukysymykset ennen haastatteluja. Tilastokeskuksen kuvauksen mukaan teemahaastattelussa haastattelutilanteessa esiin nostettavat teemat ovat tarkoin edeltä käsin pohdittuja ja määriteltyjä. Teemahaastattelua kuvaillaan keskusteluksi, jolla on etukäteen päätetty tarkoitus. Teemahaastatteluissa saadaan aineistoa, joka perustuu aidosti haastateltavan henkilön kokemuksiin. Etukäteen laadittujen kysymysten tarkoituksena on saada tietoa, juuri tutkimukseen tarvittavista asioista, ettei haastateltava henkilö ja hänen kertomuksensa alkaisi johdatella haastattelun kulkua liikaa. Teemahaastattelu sopi tähän opinnäytetyöhön siksi, että haastateltiin aiheen asiantuntijoita ja myös siitä syystä, että haastateltavien määrä oli pieni. Teemahaastattelu on tutkimusmenetelmänä laadullinen. (Stat 2016.)

Haastattelujen tavoitteena oli saada ensikäden tietoa suomalaisesta tryffelinviljelystä; odotuksista, viljelytekniikasta, tuotantomääristä, kysynnästä, isäntäkasveista sekä viljeltävistä lajikkeista.

8.2. Haastattelujen tulokset

Tertin kartano aloitti vuonna 2007 Juvan Tryffelikeskuksen kanssa yhteistyön tryffelinkasvatushankkeessa, ensimmäisten kymmenen joukossa. Tertin kartanon Matti Pylkkäsellä oli hankkeeseen lähdetessä odotuksina vain mielenkiinto ruokaan. Hän pitää tryffelinviljelyä Suomessa mielenkiintoisena ja innovatiivisena hankkeena. Tertin kartanon ravintola on toiminut yrityksen pääelinkeinona 38 vuotta. Pylkkänen oli keräämässä tryffeileitä Ranskasta sikojen ja koirien kanssa samana vuonna, kun lähti mukaan tryffelinkasvatushankkeeseen. (Pylkkänen, haastattelu 17.12.2015.) Opinnäytetyöhön haastateltiin myös toista tryffelinkasvatushankkeessa mukana olevaa viljelijää. Tämä tryffeliviljelmä on perustettu 2008. Odotuksena heillä oli tuolloin saada satoa tryffeleistä. (Tryffelikeskuksen kasvatushankkeen jäsen, sähköpostiviesti 12.1.2016.)

Tertin kartanolle taimet tulivat vuonna 2007 Juvan tryffelikeskuksen kautta; ranskalaista tammea aluksi, sen jälkeen sekä kotimaista että ranskalaista tammea, lehmusta ja pähkinäpensasta. Tryffelilajeina on kesätryffeli ja mustatryffeli. (Pylkkänen, haastattelu 17.12.2015.) Toisella haastattelemalani tryffelinkasvatushankkeen jäsenellä on käytössä samat isäntäkasvit ja

tryffelilajit kuin Tertin kartanolla (Tryffelikeskuksen kasvatushankkeen jäsenen, sähköpostiviesti 12.1.2016).

Kun Tertin kartanolle vuonna 2007 perustettiin viljelmää, ensimmäisenä etsittiin Juvan Tryffelikeskuksen kanssa yhteistyössä tryffelinviljelyyn sopiva paikka, joka ei haitannut muuta viljelyä. Alueen tuli olla suojaisa ja lämmin paikka. Kyseinen maa-alue ei ole peltoviljelyyn sopivaa, mutta se on kuitenkin vanhaa, hoidettua viljelymaata. Tärkeitä perustamistoimenpiteitä olivat kestorikkakasvien torjunta, kalkin lisääminen ja maan muokkaaminen kuohkeaksi ennen istutuksia. Maan happamuus oli alussa 6,0 ja vuoden 2015 lopulla -kolmen kalkituksen jälkeen- arviolta 7,5–8,0. Katteena on ollut alusta alkaen vettäläpäisevää mansikkaharsoa, monia muitakin katteita on kokeiltu. Hakkeella kokeiltu peittää välit. Aluetta on mahdollista kastella tarpeen mukaan. Maalaji on Hietamoreeni. Tällä hetkellä kartanon mailla kasvaa kaikkiaan noin 200 tryffelipuuta/-tainta. (Pylkkänen, haastattelu 17.12.2015.)

Toisen haastattelemani tryffelinkasvatushankkeen jäsenen tryffeliviljelmän koko on n.0,6 hehtaaria. Alue, jolle tryffeliviljelmiä perustettiin, oli toiminut viljapeltona aktiiviviljelyksessä ja siihen tehtiin perustamiskalkitus ja penkit kuten mansikkaviljelmälle. Taimet tulivat Juvan Tryffelikeskuksen kautta. Isäntäkasvit ja viljeltävät tryffelilajit ovat samoja kuin Tertin kartanolla. Viljelmällä on muovikatteet, jotka on nyt osittain poistettu. Kastelu on hoidettu monella tapaa kastelukannukastelusta lähtien. pH vaihtelee pelton eri osissa, mutta ollut viime mittauksissa keskimäärin 6,64. (Tryffelikeskuksen kasvatushankkeen jäsen, sähköpostiviesti 12.1.2016.)

Tertin kartanossa satoa korjataan koirien kanssa syys–lokakuulla. Viimeisinä kolmena vuonna on saatu ensimmäisiä tuloksia. Viljelyprojekti on tuonut Tertin kartanolle voittoa tunnettavuuden kautta, sillä se on tuonut lisää asiakkaita matkailuyritykselle. Lehdistökin on ollut kiinnostunut hankkeesta, joten ihmiset ovat tulleet paikan päälle katsomaan. Hanketta on tuoteistettu istuttamalla nimikoituja puita. Sillä on symbolinen merkitys; saadaan ruuasta kiinnostuneet ihmiset palaamaan. Tryffeleitä on ollut näytillä Kartanolla ja muutama ruokalistakin on tehty oman tilan tryffeleiden ympärille. Tosin löydetyt tryffelimäärät ovat vielä erittäin pieniä. Tertin kartanolla myös myydään tryffelitaimia taimimyymälässä ja ne tekivät hyvin kaupansa. (Pylkkänen, haastattelu 17.12.2015.)

Toinen haastateltu tryffelinkasvatushankkeen jäsen kertoo, että heillä satoaika alkaa lokakuussa ja jatkuu marraskuuhun. Tämä tryffeliviljelmiä sijaitsee Varsinais-Suomen maakunnassa. Heilläkin käytetään koiria apuna sadonkorjuussa. Tähän mennessä on löydetty yksi tryffeli. (Tryffelikeskuksen kasvatushankkeen jäsen, sähköpostiviesti 12.1.2016.)

9. TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

Sekä kirjallisuudesta että suomalaisten viljelijöiden haastatteluista kävi ilmi, että oleellimmat vaatimukset tryffeleiden kasvupaikalle ovat aluskasvillisuuden, kuten rikkakasvien, puuttuminen, suojaisuus, maaperän lämpöisyys ja emäksisyys sekä riittävä veden saanti tryffelin itiöemien kehittyessä. Viljelmillä rikkakasvittomuuteen on pyritty ruiskutuksin ja katteiden käytöllä. Katteet myös lämmittävät maaperää. Molemmilla haastatteluilla viljelmillä kastelun tarve oli otettu huomioon.

Maalajit suomalaisilla tryffeliviljelmillä olivat melko tiiviitä optimaalisimpiin tryffelin viljelyn maalajeihin verrattuna. Tosin kesätryffeli (*T. aestivum*), jota molemmilla viljelmillä pääasiassa tuotettiin, menestyy myös melko tiiviissä ja savipitoisessa maassa.

Kuten kirjallisuudestakin kävi ilmi, hapanta maata tulee kalkita useamman kerran, jotta pH saadaan pysymään riittävän korkeana tryffelinviljelyä ajatellen. Tertin kartanolla tryffeliviljelmää on kalkittu kolmesti vuosien saatossa. Toisella haastattelemani tryffeliviljelmällä kalkkia oli levitetty ilmeisesti vain perustamisvaiheessa, joten maaperä on siellä huomattavasti happamampaa (6,6) kuin Tertin kartanolla (n. 7,5–8,0.) pH:n tulisi tryffeliviljelmällä olla yli 7,0.

Suomen pintamaat ovat happamia, pH-lukema on keskimäärin hieman alle 6,0 (viljavuuspalvelu 2016). Happamuuden vuoksi suomalainen maaperä soveltuu tryffelien tuotantoon vasta kalkituksen jälkeen. Kotimaan viljelyyn tulee kehittää kotimaisia isäntäkasveja, sillä useat tryffelien isäntäkasvit, kuten tammi ja pähkinäpensas, menestyvät vain Suomen I kasvillisuusvyöhykkeellä ja kärsivät talvivaurioista muualla Suomessa. Lehmus menestyy vielä V kasvillisuusvyöhykkeen eteläosissa ja mänty sekä koivut lähes koko maassa. (Kasviatlas 2010; Suomen Luonto 2013.) Kysymyksiä herää myös siitä, että rajoittavtko kasvukauden sademäärä ja matala tehoisan lämpötilan summa tryffelien kasvua Suomessa. Sademäärän vähyyttä saadaan tryffeliviljelmillä kompensoitua huolellisella kastelulla.

Merkittävimmät tryffeleiden viljelyalueet näyttävät sijoittuvan talvisateiden ilmaston alueille; Välimeren ympäristöön, Australian kaakkois- ja lounaisosiin sekä Oregonin ja Kalifornian osavaltioihin Pohjois-Amerikan länsirannikolle. Tämäkin kuvastaa sitä, että arvostetuimmat tryffelit vaativat kasvupaikakseen sateisen, mutta lämpimän ilmaston. Useimpien tryffeleiden satokausi ajoittuu alueen sateisimpaan vuoden aikaan.

Tryffelin viljely on kirjallisuuskatsauksen perusteella onnistuessaan taloudellisesti erittäin kannattavaa toimintaa. Tryffeleille löytyy maailmalta paljon kysyntää. Suomalaisilla viljelmillä satomäärät ovat vielä olleet erittäin pieniä, tryffelin viljely tuottaa Suomessa tällä hetkellä tuloja lähinnä tuomalla tunnettavuutta ja medianäkyvyyttä viljelijöille. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta voidaan olettaa, että tulevaisuudessa on mahdollista tuottaa kannattavasti tryffeleitä Suomessakin.

Tryffeliviljelmän perustamiseksi tehtävä satsaus on kuitenkin suuri, etenkin Suomessa, missä lisäkuluja muodostuu kalkituksesta, rikkakasvien torjunnasta, katteiden käytöstä ja kastelusta. Suomessa tulisi käyttää isäntäkasveina ja viljeltävinä tryffeleinä paikallisiin kasvuoloihin sopeutuneita lajeja. Esimerkiksi pohjantryffelistä (*T. rapeodorum*) voisi kehittää kotimaisille markkinoille viljeltävän tryffelin. Lisäksi tuoton saaminen investoinneille kestää vuosia. Koska tietoa tryffelin viljelystä on vasta vähän, on olemassa riski, ettei satoa koskaan saada riittävästi kattamaan kustannuksia. Kuten haastatteluista kävi ilmi, tryffelin viljely herättää kiinnostusta ihmisissä ja tuo sitä kautta viljelijälle tunnettavuutta. Tryffeliviljelämä kannattaakin perustaa matkailu- tai ravintolatoiminnan oheen tuomaan uusia asiakkaita yritykselle sekä saamaan nykyiset asiakkaat palaamaan uudelleen ja uudelleen. Tämän onnistumiseksi tulee järjestää tryffelin viljelyyn liittyvää oheistoimintaa tilalla, kuten etsintänäytöksiä, tryffelimenyitä ja taimimyyntiä.

Tämä opinnäytetyö tarjoaa kiinnostuneille suomenkielistä tietoa kotelosienten ja erityisesti tryffelin biologiasta sekä tryffelin viljelyn tilasta. Kirjallisuuskatsauksen lähteinä käytettiin tieteellisiä artikkeleita, alan kirjallisuutta sekä julkaisuja ja tryffeleihin erikoistuneiden yritysten kotisivuja. Tietojen luotettavuuden takaamiseksi yritysten kotisivujen tiedot pyrittiin varmistamaan muilta sivustoilta ja artikkeleista.

Opinnäytetyöprosessin alussa oli hankaluuksia tiedonhankinnassa ja myöhemmin tiedon rajaamisessa sekä jäsentelyssä. Prosessin edetessä ammatillinen osaamiseni kuitenkin vahvistui monipuolisen tiedonhankinnan, viittaustekniikoiden, haastattelutaitojen, kielitaidon ja ammattisanaston osalta. Erityisesti kokonaisvaltainen ongelmanratkaisukyky kehittyi opinnäytetyöprosessin myötä. Opinnäytetyön tekeminen opetti osaltaan myös työskentelemään johdonmukaisesti ja järjestelmällisesti.

LÄHTEET

Bonsdroff, T, Hopsu-Neuvonen, A, Huhtinen, S, Korhonen, J, Kosonen, L, Moisiso, S. & Palmén, J. 2013. Sienimetsästä markkinoille. Tampere: Suomen yliopistopaino Oy.

Brown, P. 2015 Edible fungi as a food security alternative in diversified production systems. *Chronica Horticulturae* 55 (3), 9-12.

Centro Nazionale Studi Tartufo. 2015. Viitattu 2.12.2015. Tuber.it/en

Csorbainé, A. Studies on cultivation possibilities of summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) and smooth black truffle (*Tuber macrosporum* Vittad.) in Hungary. Szent István university. Agricultural Sciences. Opinnäytetyö. https://szie.hu/file/tti/archivum/corbaine_thesis.pdf

Demetri J. Tartufi – Italian tryffles. Life in Italy. Julkaistu 18.9.2015. Viitattu 19.11.2015. <http://www.lifeinitaly.com/food/truffles.asp>

ESS. 2010. Tryffeli yleistyy suomalaismetsissä. ESS. Julkaistu 17.8.2010. Viitattu 1.10.2015. <http://www.ess.fi/uutiset/paijathame/2010/08/17/tryffeli-yleistyy-suomalaismetsissa>

Gryndler, M, Hršelova, H, Soukupová, L, Streiblová, E, Valda, S, Borovička, J, Gryndlerová, H, Gažo, J. & Miko, M. 2011. Detection of summer truffle (*Tuber aestivum* Vittad.) in ectomycorrhizae and soil using specific primers. *FEMS Microbiology letters*. 318 (1) 84–91. Julkaistu 8.3.2011. Viitattu 9.12.2015. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1574-6968.2011.02243.x/full>

Hall I, Yun W. ja Amicucci A. 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *TRENDS in Biotechnology* 21 (10), 433–434. Julkaistu 10/2003. Viitattu 2.12.2015. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.7586&rep=rep1&type=pdf>

Istra Gourmet. 2013. The Biological Cycle. Viitattu 2.12.2015. <http://www.istria-gourmet.com/en/culinary-experiences/istrian-truffle/the-abcs-of-truffles/the-biological-cycle>

Juvan Tryffelikeskus. 2009. Tryffelit. Viitattu 20.1.2016. <http://www.juvatruf.fi/cms/index.php?page=tryffelit>

Kasurinen, R. 2012. Tryffeiden viljely onnistui ensi kertaa Suomessa. Yle. Julkaistu 23.10.2010. Viitattu 1.10.2015. http://yle.fi/uutiset/tryffeiden_viljely_onnistui_ensi_kertaa_suomessa/6346535

Kasurinen, R. 2014. Tryffeiden kasvatuksessa tarpeellisten puuntaimien tuotantoa lisätään Juvalla. Yle. Julkaistu 11.3.2014. Viitattu 1.10.2015 http://yle.fi/uutiset/tryffeiden_kasvatuksessa_tarpeellisten_puun-taimien_tuotantoa_lisataan_juvalla/7128268

- Kasviatlas. 2010. (euroopan)pähkinäpensas (*Corylus avellana*). Viitattu 31.1.2016. <http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/maps.php?taxon=40494&year=2010>
- Kauppila Oy, 2015. Tryffeli – korkeasti arvostettu herkku. Puutarha.net. Julkaistu 24.1.2015. Viitattu 1.10.2015. http://puutarha.net/artikkelit/11231/tryffeli_kasvatus_kotipuutarhassa.htm
- Kähönen, H. & Kähönen, J. 2014. Tryffelitila. Viitattu 12.1.2016. <http://tryffelitila.com/>
- Nehrenheim A. 2013. Tryffelit-tartufi. Italia – Kieli ja kulttuuri –blogi. Julkaistu 10.5.2013. Viitattu 17.11.2015. <http://anita-italia.blogspot.fi/2013/05/tryffelit-tartufi.html>
- Pallonen, K. 2014. Etelä-Savosta kaivettu viime viikkoina tryffeleitä. Yle. Julkaistu 7.10.2014. Viitattu 1.10.2015. http://yle.fi/uutiset/etela-savosta_kaivettu_viime_viikkoina_tryffeleita/7513459?ref=leiki-uu
- Rantanen, T. 2014. Koirien avulla tryffeleitä löytyy myös Suomen metsistä. Kotiliesi. Julkaistu 8/2014. Viitattu 1.10.2015. <http://kotiliesi.fi/himahella/koirien-avulla-tryffeleita-loytyy-myos-suomen-metsista/>
- Reyna, S. & Garcia-Barreda, S. 2014. Black truffle cultivation: a global reality. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA.) Viitattu 9.12.2014. <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/download/4771/2097>
- Schwartz, D. 2013. Oregon truffle hunting will require a permit. Mail Tribune. Julkaistu 17.11.2013. Viitattu 13.1.2016. <http://www.mailtribune.com/article/20131117/News/311170323>
- Shamekh, S. 2004. 20 Tryffelien ja herkkutattien kasvatusta Suomessa? Kehittyvä elintarvike 4. Viitattu 1.10.2015. <http://kehittyva-elintarvike.fi/teemajutut/20-tryffelien-ja-herkkutattien-kasvatusta-suomessa>
- Stat Virsta. 2016. Teemahaastattelu. Viitattu 23.1.2016. <https://www.stat.fi/virsta/tkeruu/04/03/>
- Suomen Luonto. 2013. Missä pohjoisimmat jalopuut? Viitattu 31.1.2016. <http://www.suomenluonto.fi/sisalto/artikkelit/missa-pohjoisimmat-jalopuut/>
- Tieteen termipankki. 2014. Endomykorritsa. Viitattu 2.12.2015. <http://tieteen termipankki.fi/wiki/Nimitys:endomykorritsa>
- Timonen, S. & Valkonen, J. 2013. Sienten biologia. Tallinna: Gaudeamus.
- Trufamania. 2008. Viitattu 7.12.2015. trufamania.com

Truffles and mushrooms ltd. 2015. The cultivation on truffles. Viitattu 19.11.2015 <http://www.trufflesandmushrooms.co.nz/page5.html>

Viljavuuspalvelu. 2016. Viljavuustilastot. Viitattu 31.1.2016. <http://www.tuloslaari.fi/>

Webster, J. & Weber, R. 2007. Introduction to Fungi. Cambridge University Press.

Wedén, C, Pettersson, L. & Danell, E. 2009. Truffle cultivation in Sweden: Results from *Quercus robur* and *Corylus avellana* field trials on the island of Gotland. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 24 (1), 37–53. Julkaistu 02/2009. Viitattu 3.12.2015. http://www.researchgate.net/publication/248969963_Truffle_cultivation_in_Sweden_Results_from_Quercus_robur_and_Corylus_avellana_field_trials_on_the_island_of_Gotland

Haastattelulähteet:

Jaana Lamppu-Blick. Yrittäjä. Tryffdeli. Haastattelu 17.12.2015.

Juvan tryffelikeskuksen kasvatushankkeen jäsen. 12.1.2016. Haastattelu opinnäytetyöhön, aiheena tryffelin viljely. Vastaanottaja Hannele Järvikari. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 16.1.2016

Pylkkänen, M. 2015. Kartanon isäntä. Tertin kartano. Haastattelu 17.12.2015.

Shamekh, S. 2015. Tryffelikeskuksen johtaja. Juvan tryffelikeskus. Haastattelu 5.11.2015.

HAASTATTELU TRYFFDELILLE

- Mistä idea suomalaisten villitryffeleiden etsimiseen lähti liikkeelle?
- Miten löydätte tryffeleitä luonnosta, tunnistaako tryffelipuun esim. kulovyöhykkeestä?
- Mitä ovat tyypillisimmät isäntäkasvit?
- Millaisia ovat tyypilliset kasvupaikat? Maaperä? Ilmasto?
- Mihin aikaan vuodesta etsitte tryffeleitä?
- Mitä lajeja? Millaisia määriä?

HAASTATTELU JUVAN TRYFFELIKESKUKSEN HANKKEESEEN
KUULUVILLE TRYFFELIN VILJELIJÖILLE

Viljelmä:

- Milloin aloititte tryffeliviljelyn?
- Millaisia odotuksia on ollut, kun olette investoineet tryffeleihin?
- Kuinka suuri viljelmä on?
- Millaisia olivat perustamistoimenpiteet?
- Kuinka paljon perustaminen maksoi?
- Mistä hankitte tryffelitaimet?
- Mitä isäntäkasveja teillä on käytössä?
- Minkä lajin tryffeleitä tuotatte?
- Käytättekö katteita? Millaisia?
- Miten kastelu hoidetaan?
- Millainen on viljelmän maaperä? (pH, ravinnepitoisuudet, maalaji)

Sadonkorjuu:

- Milloin on satokausi?
- Miten korjaatte sadon? Käytättekö koiria apuna etsinnässä?
- Millaisia ovat satotasot?

Tryffeleiden ostajat:

- Ketkä ostavat tryffeleitänne?
- Millaisia ovat kilohinnat?