

Puutuhkalannoituksen vaikutukset marjoihin ja sieniin kivennäismailla. Pilotointikoe 2016-2018.

Nanna Tuovinen, Hannu Ilvesniemi ja Samuli Joensuu

1. Projektin taustaa

1.1. Tuhkan hyötykäytön mahdollisuuksia

EU on kannustanut jäsenvaltioitaan uusiutuvien energianlähteiden käyttöön, mikä on lisännyt voimakkaasti esimerkiksi puupohjaisten polttoaineiden käyttöä. Biomassan energiakäytöstä syntyy suuria määriä puutuhkaa, jota voidaan hyödyntää metsien lannoituksessa ja muussa hyötykäytössä, kuten maanrakentamisessa. Puutuhkan käyttäminen metsälannoitteena on kestävä kehityksen mukaista toimintaa. Puutuhkan käyttäminen metsälannoitteena edistää myös kiertotaloutta, jossa resurssitehokkuus ja jätteen synnyn ehkäiseminen ovat avainasemassa.

Historiallisesti tarkasteltuna Suomen metsät ovat palaneet säännöllisesti 50-400 vuoden syklillä. Aina kun biomassaa pala, syntyy tuhkaa. Tuhkan arvo maanparannusaineena on tunnettu maataloudessa jo vuosisatoja. Valtiovaltakinn ymmärsi tuhkan arvon jo varhain ja otti käyttöön 1600-luvulla salpietariveron, jonka mukaisesti maataloilta kerättiin kompostia ja tuhkaa ensimmäisen sukupolven ruudin valmistamista varten. Prosessiteollisuudessa, erityisesti metsä- ja energiateollisuudessa, syntyy vuosittain noin 500 000 tonnia turpeen ja puun tuhkia ja puhdasta puutuhkaa noin 100 000 tonnia. Tuhkasta noin 10 % päätyy metsien lannoitukseen, mutta suurin osa metsien lannoitukseen sopivasta tuhkasta viedään kaatopaikoille tai on läjitettynä voimalaitosten tonteilla odottamassa jatkokäyttöä.

Puun tuhka on hyvä metsien lannoite, koska se sisältää typpeä lukuun ottamatta ravinteita samassa suhteessa kuin edellisen sukupolven puut ovat ne maasta ottaneet. Tämä tarkoittaa, että tuhkassa on runsaasti kalsiumia, kaliumia ja fosforia. Tuhkan sisältämät kalsium (Ca) ja magnesium (Mg) parantavat fosforin ja kaliumin lannoitusvaikutusta. Tuhkan hivenravinteet ovat kemiallisesti sellaisessa muodossa, että ne kasveille helposti käyttökelpoisia. Erityisen hyvän kasvureaktion tuhkalanhoitus tuottaa turvemaiilla, joilla on usein runsaasti kasveillekin käyttökelpoista typpeä, mutta puutetta fosforista ja kaliumista. Tuhkalannoituksen vaikuttaa myös maan happamuuteen (pH) vähentäen happamuutta.

Puutuhka sisältää ravinteita, joiden palauttaminen metsään on sekä metsänkasvatuksellisesti että ekologisesti perusteltua, kun otetaan huomioon tuhkan laatu ja määrä, kasvupaikkatyyppi sekä metsikön kehitysvaihe. Puutuhkan kierrätys metsälannoitteena paitsi edistää ravinteiden kierrätystä luonnossa, myös vähentää tuhkan päätymistä jätteeksi sekä torjuu metsämaiden happamoitumista (Emilsson 2006). Myös kiertotalouden näkökulmasta tuhkalanhoituksen lisääminen on erittäin suositeltavaa ja kannatettavaa. Puutuhka on metsä- ja energiateollisuuden hyötykäyttökelpoinen sivuvirta, joka tulisi hyötykäyttää, ei loppusijoittaa jätteenä kaatopaikalle.

Tuhkan hyödyntäminen on keskittynyt erityisesti turvemaiille, mutta myös kivennäismailla on potentiaalia puutuhkan käytölle. Kivennäismailla puiden kasvua rajoittaa yleensä typen puute, joten pelkkä tuhkalanhoitus ei välttämättä lisää puiden kasvua. Tuhkalannoituksella on kuitenkin todettu olevan puuntuotosta parantavaa vaikutusta myös kivennäismaiden metsissä, kun tuhkan lisäksi on käytetty typpeä (Emilsson 2006, Saarsalmi ym. 2014).

Ravinteiden ohella tuhka sisältää raskasmetalleja, kuten kadmiumia (Cd), lyijyä (Pb), nikkeliä (Ni), arseenia (As) ja kromia (Cr), jotka ovat peräisin polttoaineena käytetystä puuraaka-aineesta (kuori, hakkuutähteet, sahanpuru ym). Tuhkalannoituksen seurauksena alun perin suuremmalta metsäpinta-alalta puustoon kertyneet alkuaineet kasautuvat paikallisesti, mikä lisää raskasmetallien, kuten kadmiumin, kokonaisvarantoa tuhkalannoitetuilla kohteilla maaperässä (Huotari 2012). MMM:n asetuksessa (12/07)lannoitevalmisteista määritellään tuhkan sisältämät sallitut haitta-aineiden enimmäispitoisuudet. Esimerkiksi kadmiumin määrä tuhkassa ei saa ylittää 25 mg/kg, ja sitä saa levittää enintään 100 grammaa hehtaarille 60 vuoden aikana.

Tuhkalannoitus vaikuttaa niin turve- kuin kivennäismailla maaperän mikrobiologisiin prosesseihin ja sitä kautta myös maaperän kasvihuonekaasujen eli hiilidioksidin (CO_2), metaanin (CH_4) ja dityppioksidin (N_2O) päästöihin (Huotari 2012). Turvemaiden on esimerkiksi havaittu tuhkalannoituksen nopeuttavan orgaanisen aineksen hajoamista ja hiilen vapautumista maaperästä ilmakehään. Toisaalta lannoituksen tuoma puuston kasvun lisäys voi lisätä metsikön hiilensidontaa ja hiilinielua. Tuhkalannoituksen kokonaisvaikutusten arvioimiseksi on myös huomioitava tuhkan käytön merkitys metsien hiilinieluihin.

Tuhkan käytöllä maanparannusaineena on jo pitkä historia. Metsäntutkimuslaitoksen (nyk. Luke) ensimmäiset tuhkalannoituskokeet on tehty jo 1930-luvun lopulla. Kokemukset osoittavat, että tuhkan ravinnevaikutukset ovat hyvin pitkäaikaisia. Karkeasti yleistäen voidaan todeta, että kangasmailla kasvavat metsät ovat typpirajoitteisia, turvemaiden paras lannoiteväste saadaan fosforilla ja kaliumilla. Näitä kahta ravinnetta on runsaasti tuhkassa, mutta poltettavassa massassa ollut typpi poistuu savukaasujen mukana. Sopivimpia kohteita tuhkalannoitukselle ovat typpirikkaat turvekankaat, jotka kärsivät kaliumin ja fosforin puutoksesta. Typpirikkailla turvemaiden tuhka lisää puuston kasvua 2 - 6 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa. Heikoillakin kohteilla kasvunlisäys on parhaimmillaan 3 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa. (mm. Moilanen ja Issakainen 2000, Moilanen ja Issakainen 2003, Moilanen ym. 2005, Sikström ym. 2010).

1.2. Hankkeen tavoitteet ja hyödyt

Työ nivoutuu vahvasti käytäntöön. Valerie-pilotoinnin tavoitteena oli testata tuhkalannoitusta kivennäismaiden metsissä ja yhdessä sidosryhmäyhteistyössä kerätä tietoa tuhkan hyötykäytön mahdollisuuksista ja käytännön esteistä metsämailla. Uusien perustettavien levityskohteiden lisäksi tässä hankkeessa on hyödynnetty LUKE:n viimeisten vuosikymmenien aikana perustettuja kivennäismaiden tuhkalannoituskokeita.

Työ on tärkeä, koska tuhkalannoituksen hyödyistä kivennäismailla sellaisenaan ja yhdistettynä typpilannoitukseen tarvitaan lisäselvityksiä. Tuhkalannoituksen ja koko kierrätysketjun; tuhkan tuottajien, lannoitevalmistajien ja muiden jatkojalostajien, kuljetusyrityksien, lannoituksia tekevien toimijoiden ja muiden metsäalan palveluntarjoajien, sekä metsänomistajien, kannalta olisi ensi arvoisen tärkeää saada tutkimukseen perustuvaa tietoa sekä tuhkalannoituksen turvallisuudesta, että hyödyistä, kuten esimerkiksi imagohyödyistä ravinteiden kierrätyksen näkökulmasta tarkasteltuna. Ilman tutkittua tietoa em. toimijat eivät pysty tekemään kauaskantoisia päätöksiä toiminnan jalkauttamisesta käytäntöön. Toimijoiden täytyy muun muassa tietää, mitkä ovat turvalliset raja-arvot tuhkan käytölle, kuinka paljon tuhkaa voidaan turvallisesti käyttää samalla kohteella.

Tässä työssä selvitettiin kokeellisesti ja kirjallisuuskatsausten avulla aiheuttaako tuhkalannoitus vaaraa ihmisen terveydelle ensimmäisinä vuosina tuhkalannoituksen jälkeen. Ovatko marjojen ja sienten sisältämien raskasmetallien pitoisuudet nousseet liian korkeiksi? (Pilotointitutkimus ja

kirjallisuuskatsaus).

Työ tukee kiertotalouden vahvistumista Suomessa. Tuhkassa on runsaasti hyödyllisiä, puuntuotannon kannalta tarvittavia alkuaineita. Oikein käytettynä, ts. sopiva määrä, sopivanlaista tuhkaa, sopivalle kasvupaikalle, tuhkaa voidaan käyttää metsälannoitteena ja siten palauttaa metsästä alun perin peräisin oleva tuhka takaisin suomalaiseen luontoon. Samalla voidaan vähentää keinolannoitteiden käyttöä metsälannoitteina ja siten vähentää keinolannoitteiden käyttöön liittyviä ympäristökuormituksia. Tuhkan kierrätys edistää myös niukkojen luonnonvarojen riittävyyttä ja vähentää tuhkan loppusijoittamista jätteenä kaatopaikoille. Puutuhkan käyttäminen metsälannoitteena edistää metsä- ja energiateollisuuden sivuvirtojen materiaalitehokasta ja resurssiviisasta käyttöä.

Metsien käytön intensiivisyys ja esimerkiksi energiapuun korjuun laajamittaisuus voivat alueellisesti lisätä ravinnehävikkiä. Tämän vuoksi tuhkan kierrätyksen lanseeraaminen myös kivennäismaametsiin on perusteltua. Tutkimuksessa saadaan tietoa tuhkan hyötykäytön mahdollisuuksista ja erityisesti tuhkan vaikutuksista ihmisen terveydelle. Tiivis yhteistyö metsänomistajien ja lannoitusasiantuntijoiden kanssa paranee sekä käytännön edellytykset tuhkan hyötykäytölle paranevat.

Ilmastomuutos on väistämätön ja tulevaisuudessa on erityisesti pohdittava, millä keinoilla hiiltä saadaan sitoutumaan ekosysteemien eri osiin. Ilmastostrategian tavoitteena on päästöttömän, uusiutuvan energian käyttöä lisääminen kestävästi niin, että sen osuus 2020-luvulla nousee yli 50 prosenttiin, ja omavaraisuus yli 55 prosenttiin sisältäen mm. turpeen. Tämä tarkoittaa puun ja turpeen energiakäytön lisääntymistä, ja täten myös tuhkan määrän lisääntymistä. Tällä tutkimuksella saadaan tietoa tuhkan lannoitushyötykäytön merkityksestä energiapuun käytön kestävyydelle ja tuhkan käytön turvallisuudesta ihmisen terveydelle metsissämme.

2. kirjallisuusselvitys 2016

2.1. Tuhkalannoituksen vaikutus marjoihin ja sieniin

2.1.1. Puolukka (*Vaccinium Vitis-idea*) ja Mustikka (*Vaccinium myrtillus*)

Puutuhkalannoituksella ei useiden tutkimusten mukaan ole ollut merkittävää vaikutusta puolukan ja mustikan raskasmetallipitoisuuksiin ensimmäisinä vuosina lannoituksen jälkeen (Silfverberg ja Issakainen 1991), (Rühling 1996), (Levula ym 2000), (Nilsson & Eriksson 2001), (Moilanen ja Issakainen 2003), (Perkiömäki ym. 2003), (Moilanen ym. 2006) ja (Norström ym. 2012). Raskasmetallipitoisuudet säilyivät ennallaan ja joissain tapauksissa jopa alenivat. Alumiini-, mangaani-, kupari- ja nikkelpitoisuudet olivat selvästi matalammat neljä vuotta lannoituksen jälkeen (Moilanen ym. 2006). Myös puolukan ¹³⁷Cs-pitoisuudet olivat alhaisemmat kaksi vuotta lannoituksen jälkeen (Levula ym. 2000).

2.1.2. Hilla (*Rubus chamaemorus*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*)

Hillan luontaiset lyijy- ja kadmiumpitoisuudet ovat korkeammat kuin mustikalla ja puolukalla (Silfverberg ja Issakainen 1991, Moilanen & Issakainen 2000.). Juolukan kadmiumpitoisuudet ovat korkeahkot, joskin selvästi alemmat kuin hillalla. Molempien marjojen kadmiumpitoisuus sekä hillan lyijypitoisuus laski 2-13kk lannoituksen jälkeen (Silfverberg ja Issakainen 1991, Moilanen

ym. 2006). Juolukan kuparipitoisuus puolestaan nousi. Rikastettu tuhka aiheutti kadmiumpitoisuuden nousun variksenmarjoissa (Perkiömäki ym. 2003).

2.2. Sienet

Tuhkalannoitettujen alueiden ja kontrollialueiden vertailu osoittaa, että makrosienien kadmiumpitoisuudet nousevat tuhkalannoituksen jälkeen, mutta kahden vuoden jälkeen on nousu tasoittunut (Lodenius ym. 2002). Moilanen ym (2006) havaitsivat kadmiumpitoisuuksien pulkkosienessä (*Paxillus involutus*) ja kangasrouskuissa (*Lactarius rufus*) laskevan 4 vuotta lannoituksen jälkeen merkitsevästi. Tutkimukset osoittavat myös, että mitään merkittävää kadmiumpitoisuuden kasvua ei pitkänkään ajan kuluessa tapahdu (Rühling 1996, Moilanen & Issakainen 2000). Tämä on todennäköistä seurausta tuhkalannoituksen aiheuttamasta humuskerroksen pH:n noususta (Saarsalmi ym 2005, Saarsalmi ym. 2014).

Tuhkalannoituskokeiden yhteydessä mitatut sienten raskasmetallipitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin muissa sienten raskasmetallipitoisuuksia selvittäneissä tutkimuksissa (Varo ym. 1980, Kuusi ym. 1980, Lodenius ym. 1981, Kojo ja Lodenius 1989, Eurola ym. 1996, Pelkonen ym. 2006 ja Pelkonen ym. 2008). Pienimmät kadmiumpitoisuudet ovat vahveroissa, rouskuissa ja haperoissa ja suurimmat herkkusienissä, herkkutateissa, korvasienissä ja kehnäsienissä (Rühling 1996, Eurola ym. 1996 ja Pelkonen 2006). Korkeimmat kadmiumpitoisuudet on tavattu kuusenherkkusienissä (*Agaricus abruptibulbus*) (mediaanipitoisuus 29,70 mg/kg d.w.), herkkutateissa (*Boletus*) (mediaanipitoisuus 4,51 mg/kg d.w.) ja korvasienessä (*Gyromitra esculenta*) (mediaanipitoisuus 2,74 mg/kg d.w.) (Pelkonen ym. 2006). Myös kehnäsienessä on mitattu korkeita kadmiumpitoisuuksia (Eurola ym. 1996, Lodenius ym. 2002). Kehnäsieneä on todettu kadmiumin bioakkumuloijaksi (Kuusi ym. 1981). Kuusenherkkusienen syöntiä tulisi välttää korkeiden kadmium-, lyijy- ja arseenipitoisuuksien vuoksi (Pelkonen ym. 2006). *Boletus*-lajeja ja korvasieniä tulisi syödä vain harvoin korkeiden kadmiumpitoisuuksien takia.

Sienet pystyvät keräämään rihmastonsa avulla suuriakin määriä metalleja maaperästä ja monien alkuaineiden pitoisuuksien onkin todettu olevan kertaluokkaa suurempia sienissä kuin kasveissa. (Varo ym. 1980). Sienten metallipitoisuudet vaihtelevat sienilajin ja kasvuympäristön mukaan. Kadmium-, elohopea- ja lyijypitoisuudet ovat suurempia lahottajasienissä kuin mykorritsasienissä (Kuusi ym. 1981, Lodenius ym. 1981, Kojo ja Lodenius 1989, Rühling 1996 ja Pelkonen ym. 2006). Kasvukauden sääolosuhteilla ei näyttäisi olevan merkittävää vaikutusta sienten metallipitoisuuksiin (Eurola ym. 1996).

Kadmiumin ja lyijyn sallituista enimmäismääristä sienissä ja marjoissa säädetään asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 629/2008. Kadmiumin enimmäismäärä sienissä on 1,0 mg/kg (tuorepaino) ja marjoissa 0,05 mg/kg (tuorepaino). Lyijyn enimmäispitoisuus on säädetty vain marjoille; 0,2 mg/kg (tuorepaino).

2.3. Yhteenveto

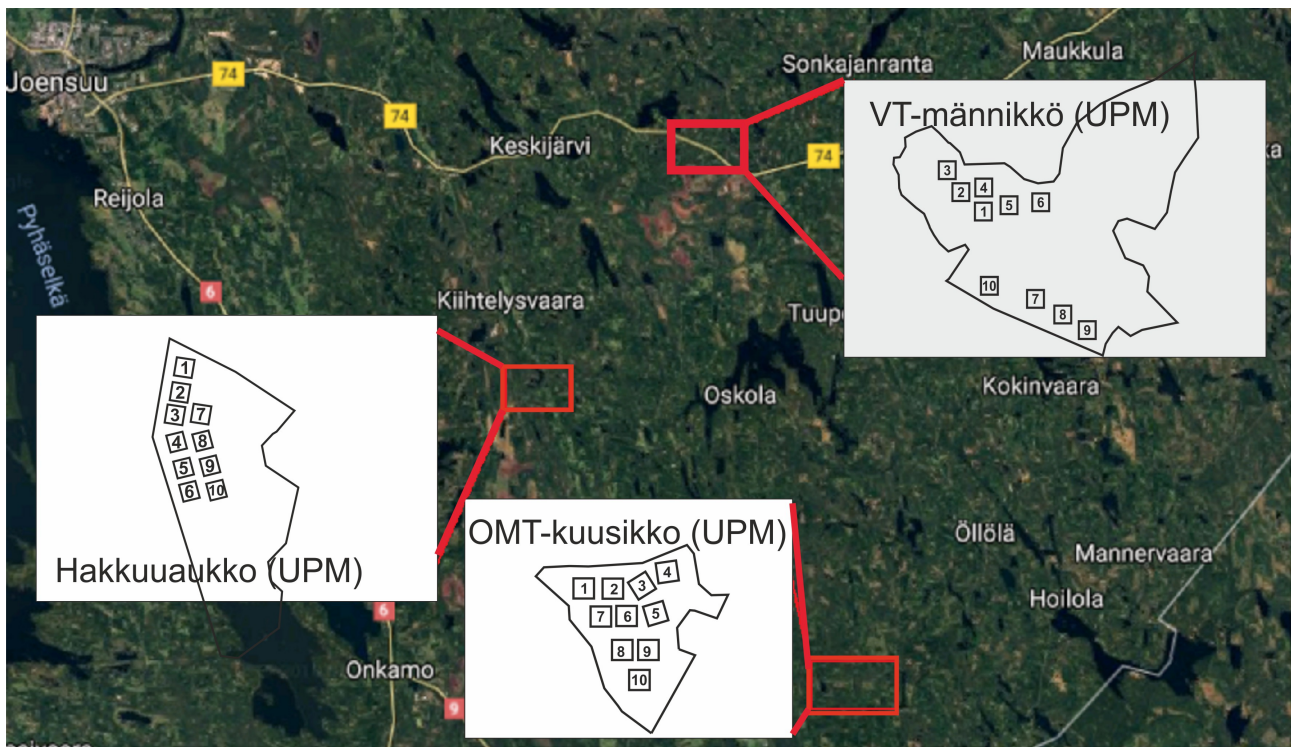
Edellä mainittujen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että tuhkalannoituksessa ekosysteemiin kulkeutuvia raskasmetalleja ei todennäköisesti keräydy suurissa määrissä sieniin ja marjoihin. Moilanen & Issakainen (2003) toteavat, että kasveissa kadmium kerääntyy etenkin juuristoon ja pitoisuus vähenee siirryttäessä juuristosta ylös kohti versojen kärkiosia. Lajikohtaiset erot ovat kuitenkin suuret, mutta keskimäärin voidaan sanoa, että juurissa kadmiumia on 10-kertainen määrä

versoihin verrattuna. Nilssonin (2001) mukaan raskasmetallit kertyvät marjoihin seuraavassa järjestyksessä marjat < lehdet < verso < juuret. Tämän takia on tärkeää, että uusissa tutkimuksissa otetaan näytteet myös esim. mustikan ja puolukan varvuista marjojen lisäksi. Sienten osalta huomio pitää tulevaisuudessa kiinnittää mahdollisuuksien mukaan hajottajasienten, kuten herkkusienten, raskasmetallipitoisuuksiin.

3. koealat ja koejärjestelyt

3.1. Koealueiden sijainti

Pilotointialueet toteutettiin yhteistyössä Valerie-hankkeen kanssa. Ne sijaitsevat UPM-Kymmene Oyj:n mailla lähellä Joensuuta Kiihtelysvaarassa (VT-männikkö ja hakkuaukko) ja Tohmajärvellä (OMT-kuusikko) (Kuva 1). Pilotointialueet oli alustavasti valittu syksyllä 2015. Ensimmäiset koealueet valittiin keväällä 2016 ja rajattiin maastoon syksyllä 2016. Vuonna 2017 valittiin lisäkohteena UPM-Kymmene Oyj:n mailla sijaitseva metsänuudistusala Kiihtelysvaarasta, jossa kokeillaan tuhkalannoitusta metsänuudistamisen yhteydessä.



Kuva 1. Koealueiden ja -ruutujen sijainnit.

3.2. Tuhkalannoitus

Lannoituskäsittelyt männikössä ja kuusikossa sisältävät kolme käsittelyä, kolmena toistona. Työ toteutettiin traktorilevityksenä harvennusvaiheen metsiköissä 28.-29.12.2016 VT-männikkö (UPM) ja OMT-kuusikko (UPM) sekä 11.4.2018 hakkuaukolla (UPM).

Levitysmäärät ovat seuraavat:

0 kg/ha: kuusikko ja männikkö ruudut 1,5,7 ja hakkuuaukko ruudut 1,6 ja 8

3000 kg/ha kuusikko ja männikkö ruudut 2,4,6,8,10 ja hakkuuaukko ruudut 3,4,7,9, ja 10.

9000 kg/ha kuusikko ja männikkö ruutu 3 ja hakkuuaukko ruudut 2 ja 5

Pilotointikokeessa käytetyt tuhkat ovat peräisin Ecolan Oy:ltä ja Tuhka-Hukka Oy:ltä (Selkueen lämpölaite). Tuhkien raskasmetallipitoisuudet ovat taulukossa 1. Raskasmetallipitoisuudet ovat alle sallittujen enimmäispitoisuuksien. MMM:n asetuksen 12/07 mukaan lannoitevalmisteen haitallisten metallien pitoisuudet eivät saa ylittää annettuja enimmäispitoisuuksia Cd 25 mg/kg, As 40 mg/kg, Pb ja Ni 150 mg/kg .

	Ecolan Oy	Tuhka-Hukka Oy
	mg/kg k.a.	mg/kg k.a.
As	9,7	6,5
Cd	6,7	6,5
Cr	43	25
Cu	78	89
Hg	0,16	<0,1
Ni	33	41
Pb	42	29

Taulukko 1. Pilotointikokeessa käytettyjen tuhkien raskasmetallipitoisuudet

3.3. Näytteiden otto

Kasvi ja sieninäytteet kerättiin seuraavasti:

Kuusikko (OMT) Tohmajärvi:

2017: Mustikat ja mustikan varvut 16.8.2017. Kanttarellit lokakuussa 28.10.2017

2018: Mustikanvarvut ja sienet 14.9.2018.

Männikkö (VT) Joensuu, Kiihtelysvaara:

2017: Mustikat ja mustikan varvut 17-18.8.2017. Puolukat ja varvut 8-9.11.2017.

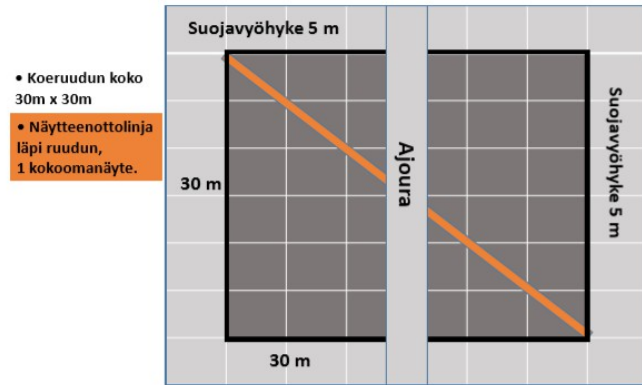
2018: Mustikan- ja puolukanvarvut ja sienet 14.9.2018.

Hakkuuaukko Joensuu, Kiihtelysvaara:

2017: Puolukat 20.9.2017, puolukanvarvut 8.11.2017.

2018: Puolukanvarvut 17.9.2018

Näytteet kerättiin koeruuduilta kuvan 2. mukaiselta näytteenottolinjalta.



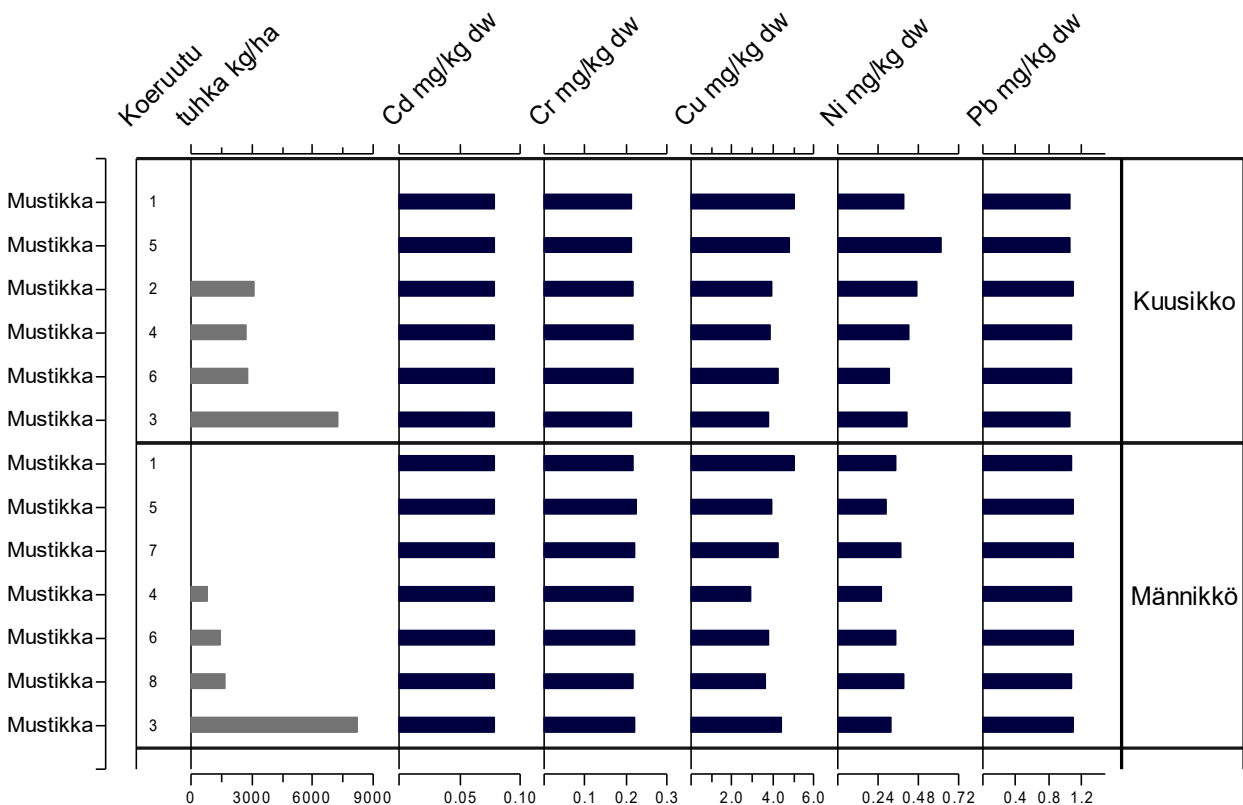
Kuva 2. Koeruutu

4. tulokset vuosilta 2017 ja 2018

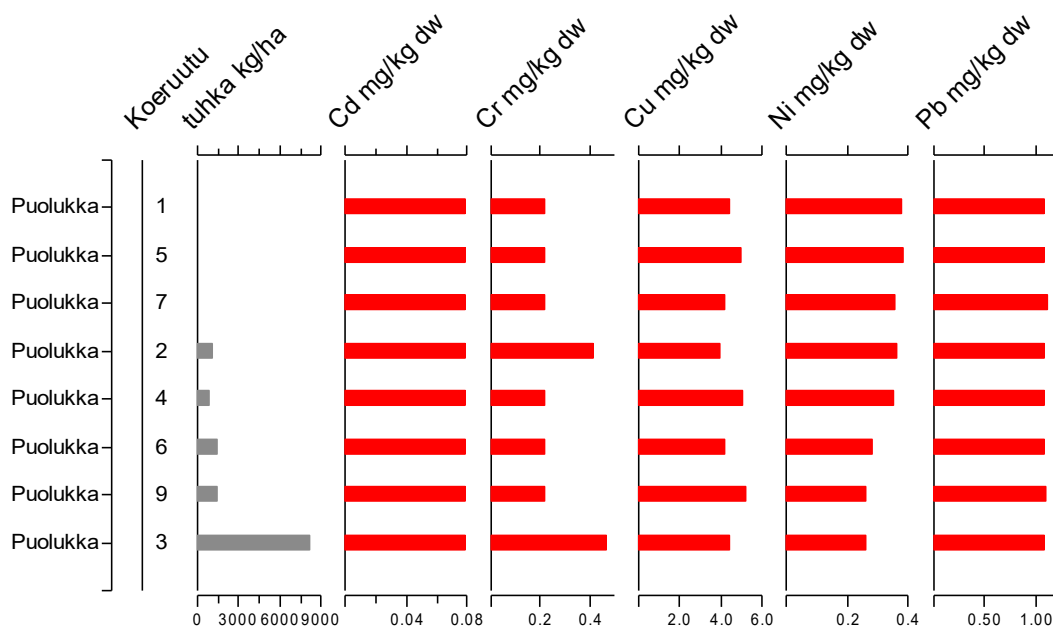
Analyysitulokset vuosilta 2017 ja 2018 on esitetty kuvissa 3,4,5, 6 ja 7. ja liitteissä 1 ja 2.

4.1. Mustikka ja puolukka

Mustikoita (kuva 3) ja puolukoita (kuva 4) saatiin analysoitavaksi vain vuonna 2017 sääoloista johtuen. Molempien marjojen Cd- ja Pb-pitoisuudet olivat analyysilaitteiston (LIMS) määrittäysrajojen alapuolella. Kaiken kaikkiaan marjojen raskasmetallipitoisuudet olivat pienet ja levitetyn tuhkan määrällä ei ollut mitään vaikutusta marjojen raskasmetallipitoisuuksiin.



Kuva 3. Mustikan raskasmetallipitoisuudet vuonna 2017 kuusikossa ja männikössä vuosi tuhkan levityksen jälkeen.



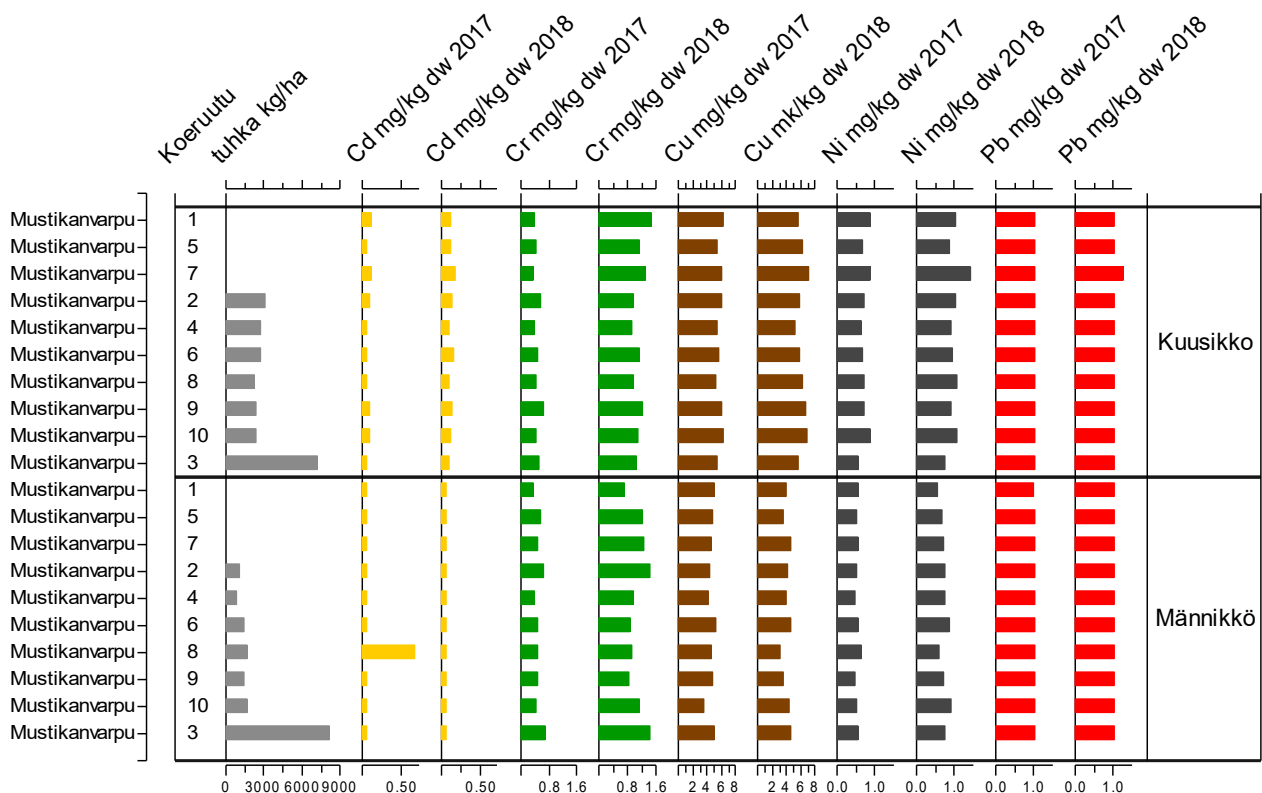
Kuva 4. Puolukan raskasmetallipitoisuudet vuonna 2017 männikössä vuosi tuhkan levityksen jälkeen.

4.2. Mustikan- ja puolukanvarvut

Mustikan- ja puolukanvarpuja kerättiin vuosina 2017 ja 2018. Analyysien tulokset esitetty kuvissa 5 ja 6 ja liitteissä 1 ja 2.

4.2.1. Mustikanvarvut

Mustikanvarpujen Cd- ja Pb-pitoisuudet olivan niin ikään hyvin pienet ja vuonna 2017 määritysrajan alapuolella kaikkien paitsi yhden näytteen kohdalla (kuva 5). Männiköstä koeruudusta 8 vuonna 2017 kerätyn mustikanvarvun Cd-pitoisuus oli korkea 0,68 mg/kg eli noin 10-kertainen verrattuna muihin näytteisiin. Vuonna 2018 koeruudusta 8 kerätyn mustikanvarvun Cd-pitoisuus oli 0,118 mg/kg. Mustikanvarpujen Cd-pitoisuudet olivat aavistuksen verran korkeammat vuonna 2018 kuin vuonna 2017, mutta mitään silmiin nähtävää Cd-pitoisuuksien kasvua ei ole havaittavissa.

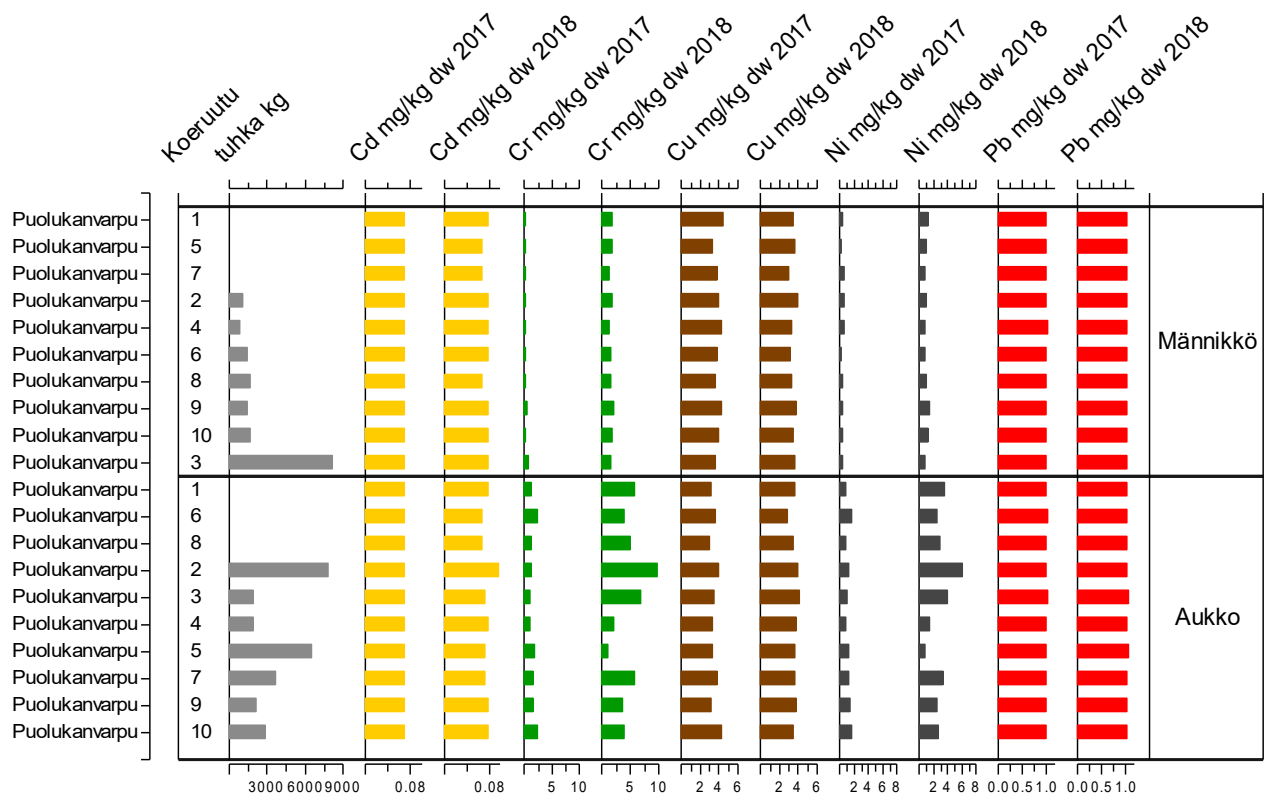


Kuva 5. Mustikanvarpujen raskasmetallipitoisuudet kuusikossa (Tohmajärvi) ja männikössä (Kiihtelysvaara) vuosi (2017) ja kaksi vuotta (2018) tuhkan levityksen jälkeen.

Kromi- (Cr) ja nikkeli- (Ni) pitoisuudet olivat jonkin verran korkeammat kaksi vuotta levityksen jälkeen, mutta levitetyn tuhkan määrällä ei ollut merkitystä pitoisuuksiin. Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat kohonneet myös kontrolliruuduissa. Kupari- (Cu) pitoisuuksissa ei ole mainittavia muutoksia.

4.2.2. Puolukanvarvut

Puolukanvarpujen Cd- ja Pb-pitoisuudet olivan niin ikään hyvin pienet ja vuosina 2017 ja 2018 (kuva 6). Hakkuuaukolle levitettiin tuhka vasta keväällä 2018, joten vuoden 2017 pitoisuudet hakkuuaukolla ovat ns. tausta-arvoja. Hakkuuaukolla on havaittavissa selvä Cr- ja Ni-pitoisuuksien nousu vuonna 2018, mutta kuten mustikanvarpujenkin kohdalla ovat pitoisuudet nousseet myös kontrolliruuduissa, joten selvää yhteyttä levitetyn tuhkan määrän ja pitoisuuksien nousun välille ei voi vetää. Cu-pitoisuuksissa ei ole huomattavissa mitään muutoksia.



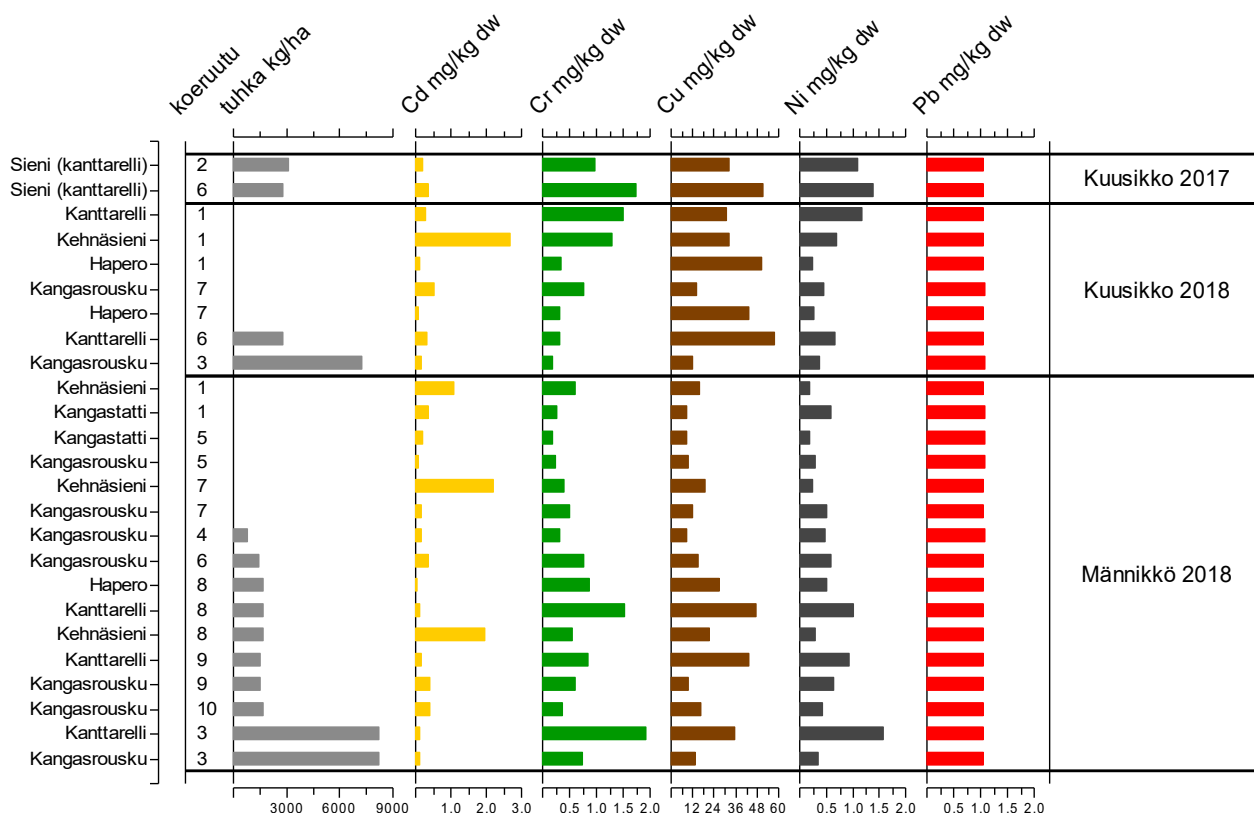
Kuva 6. Puolukanvarpujen raskasmetallipitoisuuksia vuosina 2017 ja 2018 männikössä ja hakkuuaukolla Kiihtelysvaarassa. Männikön pitoisuudet ovat vuosi (2017) ja kaksi vuotta (2018) tuhkan levityksen jälkeen ja hakkuuaukon ennen tuhkan levitystä (2017) ja puoli vuotta (2018) tuhkan levityksen jälkeen.

4.3. Sienet

Sieniä saatiin vuonna 2017 näytteiksi vain kaksi kanttarellia johtuen sääolosuhteista. Vuosi 2018 oli parempi sienivuosi ja sieniä saatiin lähes jokaisesta koeruudusta kuusikosta ja männiköstä. Hakkuuaukealta ei ole yhtään sieninäytettä. Sienien raskasmetallipitoisuudet ovat kuvassa 7.

Sieninäytteiden Pb-pitoisuudet olivat alle määritysrajan. Cd-pitoisuudet olivat hieman korkeammat kuin kasvinäytteissä, mutta silti hyvin alhaiset kaikissa muissa sienilajeissa paitsi kehnäsienen (*Cortinarius caperatus*) kohdalla. Kehnäksien Cd-pitoisuudet olivat 1,12–2,71 mg/kg kun muiden sienien pitoisuudet vaihtelivat 0,079 mg/kg:sta (hapero, *Russula* sp.) 0,54 mg/kg:ssa (kangasrousku, *Lactarius rufus*).

Kanttarellien (*Cantharellus cibarius*) Cu-, Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat korkeammat kuin muiden sienien, mutta levitetyn tuhkan määrällä ei ole sanottavaa merkitystä pitoisuuksiin. Kaiken kaikkiaan ovat raskasmetallipitoisuudet suurimmat kehnäsienissä ja kantterelleissa ja pienimmät kangastateissa ja kangasrouskuissa.



5. tulosten tarkastelu ja yhteenveto

Tulosten perusteella ei tuhkalannoituksella ole merkitystä marjojen ja sienien käytettävyyteen ensimmäisinä vuosina lannoituksen jälkeen. Samanlaisia tuloksia on saatu myös muissa vastaavanlaisissa tutkimuksissa (Silfverberg ja Issakainen 1991), (Rühling 1996), (Levula ym 2000), (Nilsson & Eriksson 2001), (Lodenius ym. 2002), (Moilanen ja Issakainen 2003), (Perkiömäki ym. 2003), (Moilanen ym. 2006) ja (Norström ym. 2012). Marjojen raskasmetallipitoisuuksissa ei ole huomattavissa mitään pitoisuuksien nousua. Mustikan- ja puolukanvarpujen pitoisuuksissa oli eroa vuosien 2017 ja 2018 välillä, mutta levitetyn tuhkan määrällä ei ole vaikutusta pitoisuuksiin. Pitoisuuksien nousuun vaikutti todennäköisesti erittäin kuuma ja kuiva kesä 2018.

Sienien raskasmetallipitoisuudet olivat korkeammat kuin marjojen, mutta niidenkään kohdalla ei levitetyn tuhkan määrällä ollut vaikutusta pitoisuuksiin. Raskasmetallipitoisuuksien vaihtelu eri sienilajien välillä oli suurempi kuin erot yksittäisten lajien pitoisuuksissa koealojen välillä. Korkeimmat pitoisuudet olivat kehnäsienessä. Kehnäsiene onkin todettu kadmiumin bioakkumuloijaksi (Kuusi ym. 1981). Tässä tutkimuksessa mitatut pitoisuudet ovat samaa luokkaa kuin muissa sienien raskasmetallipitoisuuksia selvittäneissä tutkimuksissa (Varo ym. 1980, Kuusi ym. 1980, Lodenius ym. 1981, Kojo ja Lodenius 1989, Eurola ym. 1996, Pelkonen ym. 2006 ja Pelkonen ym. 2008). Pienimmät kadmiumpitoisuudet ovat vahveroissa, rouskuissa ja haperoissa ja suurimmat kehnäsienessä (Rühling 1996, Eurola ym. 1996 ja Pelkonen 2006).

Kirjallisuus:

Emilsson S (2006) International handbook. From extraction of forest fuels to ash recycling. Swedish Forestry Agency ISBN 91-975555-1-7 14.

- Eurola, M., Pääkkönen, K. ja Varo, P. 1996. Raskasmetallit sienissä. Elintarvikeviraston julkaisuja 7/1996, 28 sivua.
- Huotari, N. 2012. Tuhkan käyttö metsälannoitteena. 2. päivitetty painos. Metsäntutkimuslaitos. Vammalan kirjapaino Oy 2012.
- Kojo, M-R. ja Lodenius, M. 1989. Cadmium and Mercury in Macrofungi – Mechanism of Transport and Accumulation, *Journal of Applied Botany*. 63, 279– 92.
- Kuusi, T., Laaksovirta, K., Liukkonen-Lilja, H., Lodenius M. ja Piepponen, S. 1981. Lead, cadmium and mercury contents of fungi in the Helsinki area and in unpolluted control areas. *European Food Research and Technology* 173(4), 261-276
- Levula, T., Saarsalmi, A. & Rautavaara, A 2000. Effects of ash fertilization and prescribed burning on macronutrient, heavy metal, sulphur and ¹³⁷Cs concentrations in lingonberries (*Vaccinium vitis-idea*) *Forest Ecology and Management* 126, 269–279.
- Lodenius M., Kuusi, T., Laaksovirta, K., Liukkonen-Lilja, H. ja Piepponen, S. 1981. Lead, cadmium and mercury contents of fungi in Mikkeli, SE Finland. *Annales Botanici Fennici* 18: 183-186.
- Lodenius, M., Soltanpour-Gargari, A. & Tulisalo, E. 2002. Cadmium in forest mushrooms after application of wood ash. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 68, 211–216.
- Moilanen, M. ja Issakainen, J. 2000. Tuhkalannoituksen metsävaikutukset. *Metsätehon raportti* 93.
- Moilanen, M. ja Issakainen, J. 2003. Puu- ja turvetuhkien vaikutus maaperään, metsäkasvillisuuden alkuainepitoisuuksiin ja puuston kasvuun. *Metsätehon raportti* 162.
- Moilanen, M., Silfverberg, K., Hökkä, H., and Issakainen, J. 2005. Wood ash as a fertilizer on drained mires – growth and foliar nutrients of Scots pine. *Can.J. For. Res.* 35: 2734-2742. Doi:10.1139/X05-179
- Moilanen, M., Fritze, H., Nieminen, M., Piirainen, S., Issakainen, J. & Piispanen, J. 2006: Does wood ash application increase heavy metal accumulation in forest berries and mushrooms? *Forest Ecology and Management* 226, 153–160.
- Nilsson, T. (2001). Wood ash application effects on elemental turnover in a cutover peatland and uptake in vegetation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 208. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Soils. Uppsala. 17 s.
- Norström, S. H., Bylund, D. Vestin, J. L. K. & Lundström, U. S. 2012. Initial effects of wood ash application to soil and soil solution chemistry in a small, boreal catchment. *Geoderma* 187–188, 85–93
- Pelkonen, R., Alfthan, G. & Järvinen, O. 2006. Cadmium, lead, arsenic and nickel in wild edible mushrooms. *The Finnish Environment* 17/2006.
- Pelkonen, R., Alfthan, G. & Järvinen, O. 2008: Element concentrations in wild edible mushrooms in Finland. *The Finnish Environment* 25/2008.

Perkiömäki, J., Kiikkilä, O., Moilanen M, Issakainen, J., Tervahauta, A. & Fritze, H. 2003. Cadmiumcontaining wood ash in a pine forest: effects on humus microflora and cadmium concentrations in mushrooms, berries and needles. *Canadian Journal of Forest Research* 33, 2443–2451.

Rühling, Å., 1996. Upptag av tungmetaller i svamp och bär samt förändringar i florans sammansättning efter tillförsel av aska till skogsmark. NUTEK R 1996/49. 42 s..

Saarsalmi, A., Derome, J. & Levula, T. 2005. Effect of wood ash fertilisation on stand growth, soil, water and needle chemistry and berry yields of lingonberry (*Vaccinium vitis-ideaea*) in a Scots pine stand in Finland. *Metsanduslikud uurimused / Forest Studies* 24, 13–33.

Saarsalmi, A., Smolander, A., Moilanen, M. & Kukkola, M. 2014. Wood ash in boreal, low-productive pine stands on upland and peatland sites: Long term effects on stand growth and soil properties. *Forest Ecology and Management* 327, 86-95.

Sikström, U, Almquist, C., and _Jansson. G. 2010. Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fenn.* 44(3):411-425.

Silfverberg, K. ja Issakainen, J. 1991. Tuhkalannoituksen vaikutukset metsämarjoihin. *Folia Forestalia* 769, 23 s.)

Varo, P., Lähelmä, O., Nuurtamo, M. ja Saari, E: ja Koivistoinen, P. 1980. Mineral Element Composition of Finnish Foods. VII. Potato, Vegetables, Fruits, Berries, Nuts and Mushrooms. *Acta Agriculturae Scandinavica, Suppl.* 22, 89–113.

ANALYYSITULOKSET				ANALYYSITULOKSET								
Näyttenumero				MeMphNOKM28	ValCPMpKM29							
	Näytteen kuvaus	Näytetunnus	Koe	kosteus %	Al_HNO3_H2O2 mgkg	B_HNO3_H2O2 mgkg	Ca_HNO3_H2O2 mgkg	Cd_HNO3_H2O2 mgkg	Cr_HNO3_H2O2 mgkg	Cu_HNO3_H2O2 mgkg	Fe_HNO3_H2O2 mgkg	K_HNO3_H2O2 mgkg
17-730-001	Mustikkavarvut	Kuusi	1	5,23	118	12,2	6590	0,137	0,422	6,58	43,3	3480
17-730-002	Mustikkavarvut	Kuusi	2	5,15	93,2	27,3	5890	0,105	0,601	6,4	46,7	5730
17-730-003	Mustikkavarvut	Kuusi	3	5,07	113	54,2	6470	0,0844	0,548	5,63	48,5	6530
17-730-004	Mustikkavarvut	Kuusi	4	5,37	121	27,7	6890	0,0745	0,415	5,74	60,6	4900
17-730-005	Mustikkavarvut	Kuusi	5	5,46	125	19,1	8500	0,0847	0,466	5,58	46	3880
17-730-006	Mustikkavarvut	Kuusi	6	4,94	143	37,9	6690	0,084	0,535	5,95	37,7	6140
17-730-007	Mustikkavarvut	Kuusi	7	5,1	130	13,7	6560	0,126	0,368	6,42	40,8	3580
17-730-008	Mustikkavarvut	Kuusi	8	5,26	132	34	6500	0,0838	0,471	5,48	49,7	5500
17-730-009	Mustikkavarvut	Kuusi	9	4,84	140	37,5	8140	0,105	0,681	6,27	51,3	5680
17-730-010	Mustikkavarvut	Kuusi	10	5,26	129	23,9	5650	0,105	0,495	6,43	50,7	4700
17-730-011	Mustikkavarvut	Mänty	1	4,78	117	11,6	7660	<0,07	0,376	5,3	32	4960
17-730-012	Mustikkavarvut	Mänty	2	4,78	156	26	6710	<0,07	0,696	4,59	46,2	5740
17-730-013	Mustikkavarvut	Mänty	3	5,22	126	95,6	8000	<0,07	0,735	5,24	36,7	6900
17-730-014	Mustikkavarvut	Mänty	4	4,97	106	22,4	6470	<0,07	0,452	4,43	38,3	5690
17-730-015	Mustikkavarvut	Mänty	5	5,25	115	13,9	7280	<0,07	0,603	5,11	28,5	4180
17-730-016	Mustikkavarvut	Mänty	6	5,47	87	33,5	6720	<0,07	0,508	5,39	32,5	6090
17-730-017	Mustikkavarvut	Mänty	7	5,16	114	12,3	6980	<0,07	0,527	4,9	30,4	4030
17-730-018	Mustikkavarvut	Mänty	8	5,83	159	39,5	7250	0,68	0,531	4,8	40	4940
17-730-019	Mustikkavarvut	Mänty	9	5,18	118	41,4	6520	<0,07	0,539	5,07	36,2	5870
17-730-020	Mustikkavarvut	Mänty	10	5,72	110	24,6	6740	<0,07	0,487	3,84	47,4	6190
17-730-021	Puolukkavarvut	Aukko	1	4,99	182	7,68	5800	<0,07	1,57	3,38	90,8	3720
17-730-022	Puolukkavarvut	Aukko	2	4,63	236	9,04	5730	<0,07	2,13	3,55	157	3900
17-730-023	Puolukkavarvut	Aukko	3	5,03	171	8,44	5870	<0,07	1,88	4,02	72	3460
17-730-024	Puolukkavarvut	Aukko	4	4,77	192	8,15	7580	<0,07	1,65	4,18	51,8	3830
17-730-025	Puolukkavarvut	Aukko	5	5,01	206	8,84	7260	<0,07	1,26	3,52	68,7	3560
17-730-026	Puolukkavarvut	Aukko	6	5,73	195	10,5	7990	<0,07	2,64	3,86	77,7	2940
17-730-027	Puolukkavarvut	Aukko	7	4,61	199	8,14	7190	<0,07	1,49	3,14	95,2	3930
17-730-028	Puolukkavarvut	Aukko	8	5,06	238	8,8	7820	<0,07	2	3,37	123	3790
17-730-029	Puolukkavarvut	Aukko	9	5,13	283	7,99	6270	<0,07	2,71	4,4	219	4110
17-730-030	Puolukkavarvut	Aukko	10	4,77	178	9,81	7750	<0,07	1,39	3,67	60,5	3380
17-730-031	Puolukkavarvut	Mänty	1	4,92	93	8,92	6060	<0,07	0,574	4,55	29,7	4670
17-730-032	Puolukkavarvut	Mänty	2	5,04	101	13,8	6840	<0,07	0,66	4,11	41,8	4950
17-730-033	Puolukkavarvut	Mänty	3	5,02	125	40,9	5710	<0,07	1,04	3,81	61,6	4360
17-730-034	Puolukkavarvut	Mänty	4	4,89	109	16,8	5710	<0,07	0,549	4,39	37	5220
17-730-035	Puolukkavarvut	Mänty	5	4,98	90,4	8,66	5780	<0,07	0,611	3,48	26,6	3460
17-730-036	Puolukkavarvut	Mänty	6	4,56	73,9	12,8	6080	<0,07	0,502	4,01	37,1	4890
17-730-037	Puolukkavarvut	Mänty	7	4,8	101	12,7	6330	<0,07	0,562	4,01	28,8	3840
17-730-038	Puolukkavarvut	Mänty	8	5,16	121	24,3	6040	<0,07	0,661	3,83	39,3	4580
17-730-039	Puolukkavarvut	Mänty	9	4,52	89,9	21,1	5340	<0,07	0,721	4,43	41,2	4240
17-730-040	Puolukkavarvut	Mänty	10	5,12	108	14,3	5530	<0,07	0,639	4,08	42,2	5480
17-730-041	Puolukka	Aukko	1	11,33	121	6,45	1520	<0,08	1,52	3,4	128	6050
17-730-042	Puolukka	Aukko	2	10,13	51,3	6,81	1310	<0,08	0,222	2,49	24,7	5080
17-730-043	Puolukka	Aukko	3	10,1	60,5	5,63	1190	<0,2	<0,437	3,43	40,7	6330
17-730-044	Puolukka	Aukko	4	10,1	42,9	5,79	1320	<0,2	<0,497	3,43	15,5	5780
17-730-045	Puolukka	Aukko	5	10,1	44,6	6,95	1210	<0,1	<0,398	4,68	17,7	7060
17-730-046	Puolukka	Aukko	6	10,7	67,7	10,3	1660	<0,08	<0,232	3,68	43,7	6200
17-730-047	Puolukka	Aukko	7	10,02	54,3	8,35	1650	<0,08	<0,22	4,35	38,5	6520
17-730-048	Puolukka	Aukko	8	10,62	45,3	7,87	1570	<0,08	0,594	3,72	29,9	6020
17-730-049	Puolukka	Aukko	9	10,1	57,3	8,2	2000	<0,08	0,321	3,94	43,9	7110

ANALYYSITULOKSET				ANALYYSITULOKSET								
Näyttenumero				MeMphNOKM28	ValCPMpKM29							
				kosteus	Al_HNO3_H2O2	B_HNO3_H2O2	Ca_HNO3_H2O2	Cd_HNO3_H2O2	Cr_HNO3_H2O2	Cu_HNO3_H2O2	Fe_HNO3_H2O2	K_HNO3_H2O2
	Näytteen kuvaus	Näytetunnus	Koe	%	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg
17-730-050	Puolukka	Aukko	10	10,1	44,3	9,15	1970	<0,1	<0,353	3,92	19,7	6600
17-730-051	Puolukka	Mänty	1	10,01	36,7	7,78	1250	<0,08	<0,221	4,49	15	5870
17-730-052	Puolukka	Mänty	2	11,21	37,5	12,4	1140	<0,08	0,423	4,05	14,8	6080
17-730-053	Puolukka	Mänty	3	10,15	27,5	57,5	1210	<0,08	0,474	4,52	14,3	7660
17-730-054	Puolukka	Mänty	4	9,96	30,4	16,6	1070	<0,08	<0,222	5,15	12,6	6570
17-730-055	Puolukka	Mänty	5	10,38	33	11	1580	<0,08	<0,221	5,09	13,1	5770
17-730-056	Puolukka	Mänty	6	10,15	27,6	22,3	1780	<0,08	<0,221	4,27	17,8	6120
17-730-057	Puolukka	Mänty	7	11,61	35	12,3	1260	<0,08	<0,226	4,23	14	5890
17-730-058	Puolukka	Mänty	9	11,13	28,5	25,5	1110	<0,08	<0,223	5,3	14,7	6780
17-730-059	Mustikka	Mänty	1	10,34	23,7	4,55	1400	<0,08	<0,223	5,11	15,3	7080
17-730-060	Mustikka	Mänty	3	11,58	23,3	14,5	1180	<0,08	<0,224	4,48	10,8	7150
17-730-061	Mustikka	Mänty	4	10,76	22,9	7,13	1100	<0,08	<0,222	3	11,4	6260
17-730-062	Mustikka	Mänty	5	10,9	19	5,18	1370	<0,08	<0,227	4,03	12,4	5750
17-730-063	Mustikka	Mänty	6	10,63	18,4	9,12	1170	<0,08	<0,224	3,85	13	7460
17-730-064	Mustikka	Mänty	7	10,77	17,4	5,67	1430	<0,08	<0,224	4,36	13,3	6540
17-730-065	Mustikka	Mänty	8	10,76	23,7	8,38	1320	<0,08	<0,222	3,74	12,9	6330
17-730-066	Mustikka	Kuusi	1	8,54	18,4	4,96	1370	<0,08	<0,218	5,16	17,4	5900
17-730-067	Mustikka	Kuusi	2	9,85	16,4	7,23	997	<0,08	<0,223	4,06	14,4	7340
17-730-068	Mustikka	Kuusi	3	8,45	14,8	12,3	1110	<0,08	<0,217	3,86	14,5	7790
17-730-069	Mustikka	Kuusi	4	9,54	20,7	7,18	1190	<0,08	<0,22	3,93	15,2	6600
17-730-070	Mustikka	Kuusi	5	7,88	28,2	6,55	1260	<0,08	<0,216	4,86	17,3	5760
17-730-071	Mustikka	Kuusi	6	10,13	24,4	7,79	1120	<0,08	<0,221	4,31	15,1	6940
17-730-072	Sieni (kanttarelli)	Kuusi	2	8,44	334	2,91	2840	0,251	1,01	33	250	37800
17-730-073	Sieni (kanttarelli)	Kuusi	6	8,17	203	25,7	1320	0,416	1,76	51,9	198	45100
17-730-074	Sieni	Mänty	3	11,63	15,1	34,2	228	0,112	0,29	11,3	27,8	33000

ANALYYSITULOKSET

Näyttenumero											
	Näytteen kuvaus	Näytetunnus	Koeruutu	Mg_HNO3_H2O2 mgkg	Mn_HNO3_H2O2 mgkg	Na_HNO3_H2O2 mgkg	Ni_HNO3_H2O2 mgkg	P_HNO3_H2O2 mgkg	Pb_HNO3_H2O2 mgkg	S_HNO3_H2O2 mgkg	Zn_HNO3_H2O2 mgkg
17-730-001	Mustikkavarvut	Kuusi	1	1640	1570	11,2	0,908	821	<1,06	894	18,3
17-730-002	Mustikkavarvut	Kuusi	2	1040	1680	48,4	0,759	908	<1,05	1310	27
17-730-003	Mustikkavarvut	Kuusi	3	1260	1920	68,9	0,59	913	<1,05	1670	19,5
17-730-004	Mustikkavarvut	Kuusi	4	1480	1210	48,1	0,66	892	<1,06	1330	17,2
17-730-005	Mustikkavarvut	Kuusi	5	1770	2030	13,5	0,73	909	<1,06	1060	16,4
17-730-006	Mustikkavarvut	Kuusi	6	1460	2040	33,4	0,703	934	<1,05	1410	19,9
17-730-007	Mustikkavarvut	Kuusi	7	1500	1840	11,9	0,926	872	<1,05	932	18,7
17-730-008	Mustikkavarvut	Kuusi	8	1510	2020	49,3	0,754	1150	<1,05	1380	25,1
17-730-009	Mustikkavarvut	Kuusi	9	1330	1660	46,6	0,765	918	<1,05	1440	24,3
17-730-010	Mustikkavarvut	Kuusi	10	1700	1410	37,2	0,906	877	<1,05	1410	25,6
17-730-011	Mustikkavarvut	Mänty	1	1400	1900	8,12	0,584	1080	<1,04	884	29,5
17-730-012	Mustikkavarvut	Mänty	2	975	3200	36,2	0,569	1120	<1,05	1210	27,6
17-730-013	Mustikkavarvut	Mänty	3	1270	3690	62	0,578	1210	<1,05	1850	25,6
17-730-014	Mustikkavarvut	Mänty	4	990	2390	18	0,505	1090	<1,05	1130	27,7
17-730-015	Mustikkavarvut	Mänty	5	1170	3530	13	0,55	1080	<1,06	866	23,8
17-730-016	Mustikkavarvut	Mänty	6	858	2410	18,8	0,582	1080	<1,06	1300	24,3
17-730-017	Mustikkavarvut	Mänty	7	1150	2800	13,3	0,58	1040	<1,05	829	23,6
17-730-018	Mustikkavarvut	Mänty	8	1280	3080	55,3	0,67	1130	<1,06	1490	31,7
17-730-019	Mustikkavarvut	Mänty	9	1280	2560	47,2	0,518	995	<1,06	1450	28,5
17-730-020	Mustikkavarvut	Mänty	10	1080	1360	21,3	0,561	1030	<1,06	1240	26,3
17-730-021	Puolukkavarvut	Aukko	1	1110	1560	8,64	1,13	1100	<1,05	957	31
17-730-022	Puolukkavarvut	Aukko	2	1210	1740	8,58	1,46	1200	<1,05	1050	27,2
17-730-023	Puolukkavarvut	Aukko	3	1280	1540	8,34	1,49	1200	<1,05	928	27,3
17-730-024	Puolukkavarvut	Aukko	4	1230	1750	8,29	1,45	1170	<1,04	1070	36,5
17-730-025	Puolukkavarvut	Aukko	5	1330	1440	6,52	1,03	1130	<1,05	994	27,4
17-730-026	Puolukkavarvut	Aukko	6	1150	1670	8,03	1,95	1090	<1,06	860	29,5
17-730-027	Puolukkavarvut	Aukko	7	1190	1170	6,57	1,15	1240	<1,05	976	31
17-730-028	Puolukkavarvut	Aukko	8	1310	1490	8,95	1,68	1210	<1,05	961	29,8
17-730-029	Puolukkavarvut	Aukko	9	1140	1530	8,06	1,92	1300	<1,05	1190	30,6
17-730-030	Puolukkavarvut	Aukko	10	1100	1310	6,61	1,34	1110	<1,06	887	34,4
17-730-031	Puolukkavarvut	Mänty	1	1110	1340	7,44	0,647	1000	<1,04	986	30,9
17-730-032	Puolukkavarvut	Mänty	2	904	1860	8,09	0,743	1040	<1,05	1340	30,4
17-730-033	Puolukkavarvut	Mänty	3	1140	1680	17,5	0,716	961	<1,05	1660	24
17-730-034	Puolukkavarvut	Mänty	4	1010	1510	9,27	0,76	1010	<1,06	1360	30,4
17-730-035	Puolukkavarvut	Mänty	5	1080	1440	8,6	0,506	910	<1,05	964	24,4
17-730-036	Puolukkavarvut	Mänty	6	833	1020	12,5	0,481	973	<1,05	1260	27,2
17-730-037	Puolukkavarvut	Mänty	7	1090	1100	8,86	0,739	936	<1,04	1000	25,3
17-730-038	Puolukkavarvut	Mänty	8	1160	1490	10,4	0,682	1050	<1,05	1300	24,2
17-730-039	Puolukkavarvut	Mänty	9	1080	1260	10,7	0,606	1020	<1,05	1230	23
17-730-040	Puolukkavarvut	Mänty	10	1120	1000	10,6	0,712	957	<1,05	1210	28
17-730-041	Puolukka	Aukko	1	557	275	8,38	1,13	1080	<1,12	574	9,19
17-730-042	Puolukka	Aukko	2	538	220	<6,67	0,367	930	<1,11	476	8,37
17-730-043	Puolukka	Aukko	3	457	181	<13,1	0,458	1090	<2,18	538	10,2
17-730-044	Puolukka	Aukko	4	526	245	<14,9	0,695	913	<2,48	534	10,1
17-730-045	Puolukka	Aukko	5	573	194	<12	0,737	1280	<1,99	657	10,8
17-730-046	Puolukka	Aukko	6	578	294	<6,95	0,405	1120	<1,16	509	10,5
17-730-047	Puolukka	Aukko	7	603	297	<6,6	0,638	1250	<1,1	596	11,9
17-730-048	Puolukka	Aukko	8	575	251	<6,72	0,583	1180	<1,12	549	10
17-730-049	Puolukka	Aukko	9	786	278	<6,64	0,653	1460	<1,11	723	12,9

ANALYYSITULOKSET

Näyttenumero											
	Näytteen kuvaus	Näytetunnus	Koeruutu	Mg_HNO3_H2O2 mgkg	Mn_HNO3_H2O2 mgkg	Na_HNO3_H2O2 mgkg	Ni_HNO3_H2O2 mgkg	P_HNO3_H2O2 mgkg	Pb_HNO3_H2O2 mgkg	S_HNO3_H2O2 mgkg	Zn_HNO3_H2O2 mgkg
17-730-050	Puolukka	Aukko	10	809	256	<10,6	0,564	1450	<1,76	711	13,3
17-730-051	Puolukka	Mänty	1	601	205	<6,62	0,386	1160	<1,1	757	11,3
17-730-052	Puolukka	Mänty	2	505	269	18,3	0,367	1030	<1,11	688	10,6
17-730-053	Puolukka	Mänty	3	586	258	45,8	0,265	1210	<1,1	925	11,8
17-730-054	Puolukka	Mänty	4	521	214	16,6	0,355	1040	<1,11	777	11,8
17-730-055	Puolukka	Mänty	5	591	243	<6,64	0,387	1090	<1,11	727	11
17-730-056	Puolukka	Mänty	6	582	293	15,3	0,287	1290	<1,1	836	13,1
17-730-057	Puolukka	Mänty	7	487	180	<6,78	0,361	931	<1,13	607	10,4
17-730-058	Puolukka	Mänty	9	548	226	19,3	0,268	1030	<1,12	749	11,2
17-730-059	Mustikka	Mänty	1	575	346	<6,68	0,356	1420	<1,11	833	9,82
17-730-060	Mustikka	Mänty	3	465	521	20,6	0,324	1210	<1,12	1010	7,29
17-730-061	Mustikka	Mänty	4	416	376	10,6	0,266	1080	<1,11	712	7,51
17-730-062	Mustikka	Mänty	5	486	454	<6,8	0,295	1210	<1,13	679	7,15
17-730-063	Mustikka	Mänty	6	491	304	13,2	0,358	1270	<1,12	975	7,96
17-730-064	Mustikka	Mänty	7	557	433	<6,73	0,381	1360	<1,12	738	7,71
17-730-065	Mustikka	Mänty	8	476	379	11,9	0,4	1220	<1,11	895	7,64
17-730-066	Mustikka	Kuusi	1	564	212	<6,54	0,403	1220	<1,09	891	9,67
17-730-067	Mustikka	Kuusi	2	444	208	13,4	0,48	910	<1,12	1020	7,93
17-730-068	Mustikka	Kuusi	3	473	273	32	0,422	1010	<1,08	1120	6,57
17-730-069	Mustikka	Kuusi	4	482	198	13,8	0,43	863	<1,1	802	7,78
17-730-070	Mustikka	Kuusi	5	563	235	<6,47	0,625	1080	<1,08	875	7,32
17-730-071	Mustikka	Kuusi	6	479	218	19,1	0,321	1090	<1,11	1070	6,86
17-730-072	Sieni (kanttarelli)	Kuusi	2	840	274	57	1,12	3830	<1,09	825	88,4
17-730-073	Sieni (kanttarelli)	Kuusi	6	900	132	52,5	1,4	4650	<1,09	892	91,8
17-730-074	Sieni	Mänty	3	750	20,9	16	0,503	6410	<1,12	1610	57,4

ANALYYSITULOKSET

Näyttenumero	Näytteen kuvaus	Paikka	Näyte	Aika	Koeruutu	MeMphHNOKM28	ValCPMpKM29							
						kosteus %	Al_HNO3_H2O2	B_HNO3_H2O2	Ca_HNO3_H2O2	Cd_HNO3_H2O2	Cr_HNO3_H2O2	Cu_HNO3_H2O2	Fe_HNO3_H2O2	K_HNO3_H2O2
							mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg
18-783-001	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	1	6,61	212	7,31	7080	<0,08	5,98	3,85	165	3650
18-783-002	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	2	6,55	426	12,6	6720	0,118	10,3	4,1	477	4480
18-783-003	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	3	6,8	365	13,2	8620	0,0761	7,04	4,25	311	3860
18-783-004	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	4	6,74	146	10,3	6630	<0,08	2,49	3,91	82,8	4510
18-783-005	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	5	6,77	165	13,5	6780	0,0763	1,38	3,79	67,2	4750
18-783-006	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	6	6,58	220	9,94	6890	<0,07	4,32	2,99	118	4350
18-783-007	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	7	6,68	268	10,8	8170	0,0749	6,1	3,73	198	4550
18-783-008	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	8	6,73	222	9,84	7340	<0,07	5,23	3,57	144	4060
18-783-009	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	9	6,75	185	10,5	7780	<0,08	3,88	3,94	96,4	4140
18-783-010	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	10	6,77	219	12	6960	<0,08	4,31	3,7	135	3850
18-783-011	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	1	7,38	196	15,2	9480	0,129	1,52	5,89	52,3	2940
18-783-012	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	2	7,22	141	30,3	8670	0,161	0,998	6,11	47,4	4320
18-783-013	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	3	7,11	153	34,5	8220	0,108	1,1	5,89	42,1	5610
18-783-014	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	4	7,17	124	25,3	7940	0,118	0,985	5,47	43,7	4720
18-783-015	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	5	7,24	200	19,8	9540	0,141	1,16	6,55	54	4260
18-783-016	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	6	7,08	174	22,9	8310	0,171	1,18	6,05	46,2	4890
18-783-017	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	7	7,29	213	20,4	9720	0,185	1,34	7,29	51,8	3130
18-783-018	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	8	7,33	155	23,7	9220	0,118	1,02	6,59	49,7	4510
18-783-019	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	9	7,34	154	27,6	9010	0,161	1,25	7,03	51	5460
18-783-020	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	10	7,4	216	24,3	9690	0,14	1,15	7,25	69,8	4300
18-783-021	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	1	6,81	91,3	8,01	7120	<0,08	2,22	3,57	46,8	3890
18-783-022	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	2	6,92	122	12,2	7270	<0,08	2,09	4,03	48,9	4270
18-783-023	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	3	7,05	121	37	7380	<0,08	1,89	3,8	53,2	4200
18-783-024	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	4	6,83	98,2	11,4	7350	<0,08	1,61	3,49	46	4350
18-783-025	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	5	6,8	101	8,53	8310	<0,07	2,04	3,74	45,9	3700
18-783-026	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	6	6,72	84,8	11,2	8440	<0,08	1,83	3,32	55	4160
18-783-027	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	7	6,78	87,9	9,01	7020	<0,07	1,52	3,15	44,8	3300
18-783-028	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	8	6,86	92,5	20,5	7030	<0,07	1,97	3,51	43,8	4360
18-783-029	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	9	6,64	123	14,2	7700	<0,08	2,36	4,02	57,1	4340
18-783-030	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	10	6,9	89,8	17,6	6210	<0,08	2,18	3,71	52,2	4990
18-783-031	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	1	7,35	140	17,1	7270	<0,08	0,747	4,29	36,5	5280
18-783-032	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	2	7,33	143	29,2	10100	<0,08	1,48	4,35	52,2	4510
18-783-033	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	3	7,39	122	44,1	9460	<0,08	1,46	4,79	41,2	5080
18-783-034	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	4	7,18	124	33,3	9730	<0,08	1	4,19	40,5	5570
18-783-035	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	5	7,23	152	22,6	7970	<0,08	1,28	3,88	34,2	3920
18-783-036	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	6	7,15	102	47,7	10400	<0,08	0,926	4,81	35,1	5440
18-783-037	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	7	6,9	127	20,7	7230	<0,08	1,29	4,84	41,1	4520
18-783-038	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	8	7	141	43,9	8050	<0,08	0,979	3,46	36,9	4390
18-783-039	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	9	7,06	111	44,7	8270	<0,08	0,905	3,86	34,6	5010
18-783-040	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	10	6,92	98,2	28	6640	<0,08	1,19	4,53	39,1	5210

Näyttenumero	Näytteen kuvaus	Paikka	Näyte	Aika	Koeruutu	MeMphNOKM28	ValCPMpKM29							
						kosteus %	Al_HNO3_H2O2	B_HNO3_H2O2	Ca_HNO3_H2O2	Cd_HNO3_H2O2	Cr_HNO3_H2O2	Cu_HNO3_H2O2	Fe_HNO3_H2O2	K_HNO3_H2O2
							mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg
18-783-041	Kuusi	Tohmajärvi	Kanttarelli	09/2018	1	7,93	190	1,53	282	0,313	1,53	31,3	178	24500
18-783-042	Kuusi	Tohmajärvi	Kehnäsieni	09/2018	1	8,39	35,2	0,719	98,2	2,71	1,32	33	106	25100
18-783-043	Kuusi	Tohmajärvi	Hapero	09/2018	1	7,11	13,3	7,85	164	0,172	0,365	51,5	14,4	26500
18-783-044	Kuusi	Tohmajärvi	Kangasrousku	09/2018	3	9,32	13,5	12,8	200	0,21	<0,221	12,8	16,6	23700
18-783-045	Kuusi	Tohmajärvi	Kanttarelli	09/2018	6	7,91	43,2	16,8	134	0,366	0,345	58,4	43,2	31300
18-783-046	Kuusi	Tohmajärvi	Kangasrousku	09/2018	7	9,44	47,4	0,497	64,7	0,541	0,795	15,1	70,9	23000
18-783-047	Kuusi	Tohmajärvi	Hapero	09/2018	7	7,62	33,4	5,55	84,5	0,139	0,343	44,5	9,02	22700
18-783-048	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	1	8,11	9,7	<0,434	60	1,12	0,629	16,8	112	32400
18-783-049	Mänty	Joensuu	Kangastatti	09/2018	1	8,89	70,7	1,5	159	0,406	0,285	9,85	2350	21100
18-783-050	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	3	8,02	95,4	17	508	0,173	1,94	36	109	24400
18-783-051	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	3	8,11	17,9	9,89	132	0,174	0,76	14,5	25,9	23400
18-783-052	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	4	9,15	28	1,82	96,7	0,219	0,329	9,66	24,6	18600
18-783-053	Mänty	Joensuu	Kangastatti	09/2018	5	9,66	31,4	0,981	88,2	0,223	<0,223	9,24	1460	13800
18-783-054	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	5	9,41	10,6	0,441	54,5	0,132	0,276	10,3	20,3	20600
18-783-055	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	6	7,26	20,8	3,71	117	0,407	0,783	16	36,2	29100
18-783-056	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	7	7,11	17,8	0,739	61	2,23	0,428	19,7	107	29300
18-783-057	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	7	8,19	44,7	0,586	60,7	0,184	0,531	12,3	24	20900
18-783-058	Mänty	Joensuu	Hapero	09/2018	8	6,89	26,4	41,1	161	0,0749	0,899	28	19,8	26900
18-783-059	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	8	7,45	115	9,53	456	0,14	1,54	48	91,7	22600
18-783-060	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	8	7,41	21,7	1,31	171	2,01	0,57	21,9	89,3	26400
18-783-061	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	9	7,02	69,4	8,4	372	0,216	0,863	44,6	64,4	24300
18-783-062	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	9	8,64	20,9	2,58	128	0,425	0,632	10,2	21,1	21200
18-783-063	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	10	9,18	23,2	5,76	160	0,427	0,405	17,2	24,5	23100

ANALYYSITULOKSET

Näyttenumero	Näytteen kuvaus	Paikka	Näyte	Aika	Koeruutu	Mg_HNO3_H2O2	Mn_HNO3_H2O2	Na_HNO3_H2O2	Ni_HNO3_H2O2	P_HNO3_H2O2	Pb_HNO3_H2O2	S_HNO3_H2O2	Zn_HNO3_H2O2
						mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg
18-783-001	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	1	1090	1410	10,7	3,75	885	<1,08	820	21,6
18-783-002	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	2	1280	1360	16,8	6,28	1060	<1,07	1340	37,3
18-783-003	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	3	1620	1930	17,6	4,14	1030	<1,09	1140	38,7
18-783-004	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	4	1380	1140	6,76	1,71	1070	<1,08	991	28,7
18-783-005	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	5	1500	1530	<6,54	0,959	1180	<1,09	1350	28,3
18-783-006	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	6	1430	1310	<6,36	2,68	980	<1,06	884	23,9
18-783-007	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	7	1410	1620	11,4	3,64	1130	<1,07	1180	36,4
18-783-008	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	8	1460	1570	8,03	3,17	1040	<1,07	884	28,7
18-783-009	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	9	1360	1230	7,32	2,65	1040	<1,07	1120	35,9
18-783-010	Aukko	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	10	1490	1360	7,94	2,88	1030	<1,07	1100	31,9
18-783-011	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	1	1790	3820	12,3	1,08	935	<1,08	948	29,8
18-783-012	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	2	1750	1460	13,5	1,08	905	<1,07	1060	25,9
18-783-013	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	3	1430	2430	20	0,776	975	<1,08	1120	23,9
18-783-014	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	4	1480	1790	17,9	0,953	799	<1,07	965	29,1
18-783-015	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	5	1790	2540	13	0,898	968	<1,08	1080	27,8
18-783-016	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	6	1550	3080	12,2	0,986	961	<1,07	1020	24,4
18-783-017	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	7	1560	2450	18,4	1,47	927	1,3	1060	24,9
18-783-018	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	8	2090	2030	26	1,1	1280	<1,08	1110	28,2
18-783-019	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	9	1240	1870	16,5	0,936	1000	<1,08	1070	41,4
18-783-020	Kuusikko	Tohmajärvi	Mustikanvarvut	09/2018	10	1990	2300	14,1	1,1	1030	<1,08	1170	37,3
18-783-021	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	1	1460	1770	<6,5	1,45	821	<1,08	903	32
18-783-022	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	2	1390	1610	<6,45	1,35	929	<1,08	1090	35,9
18-783-023	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	3	1420	2300	9,19	1,03	1040	<1,07	1250	25,3
18-783-024	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	4	1210	1640	<6,44	1,12	895	<1,07	1050	29,8
18-783-025	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	5	1270	1800	6,74	1,21	884	<1,07	1030	28,5
18-783-026	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	6	1110	939	9,04	1,1	918	<1,07	1260	32,1
18-783-027	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	7	1230	1130	7,49	0,973	726	<1,07	694	24
18-783-028	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	8	1100	1040	8,48	1,21	855	<1,07	1220	20,4
18-783-029	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	9	1560	1160	8,16	1,76	965	<1,07	1110	30,9
18-783-030	Männikkö	Joensuu	Puolukanvarvut	09/2018	10	1200	765	7,91	1,52	839	<1,08	973	27,4
18-783-031	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	1	1480	2450	7,63	0,595	1060	<1,08	986	24,6
18-783-032	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	2	1440	3250	10,8	0,797	1070	<1,08	954	23,9
18-783-033	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	3	1190	3910	9,27	0,781	1380	<1,08	971	26,1
18-783-034	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	4	1500	2210	7,42	0,806	1220	<1,07	1020	22
18-783-035	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	5	1520	3420	9,21	0,715	1060	<1,08	914	22,4
18-783-036	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	6	1660	955	8,68	0,904	1270	<1,08	1050	26,2
18-783-037	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	7	1340	2490	11,4	0,74	1320	<1,07	909	21,7
18-783-038	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	8	1290	3030	13,8	0,635	1060	<1,08	1040	21,2
18-783-039	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	9	1500	1270	10,6	0,744	1170	<1,08	1020	21,9
18-783-040	Männikkö	Joensuu	Mustikanvarvut	09/2018	10	1190	878	9,55	0,966	910	<1,07	974	21,4

Näyttenumero	Näytteen kuvaus	Paikka	Näyte	Aika	Koeruutu	Mg_HNO3_H2O2	Mn_HNO3_H2O2	Na_HNO3_H2O2	Ni_HNO3_H2O2	P_HNO3_H2O2	Pb_HNO3_H2O2	S_HNO3_H2O2	Zn_HNO3_H2O2
						mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg	mgkg
18-783-041	Kuusi	Tohmajärvi	Kanttarelli	09/2018	1	616	43,9	50,9	1,21	3380	<1,08	850	76,1
18-783-042	Kuusi	Tohmajärvi	Kehnäsieni	09/2018	1	616	53,8	89,1	0,719	3540	<1,09	4140	49,9
18-783-043	Kuusi	Tohmajärvi	Hapero	09/2018	1	630	41,3	93,9	0,279	5310	<1,07	1510	146
18-783-044	Kuusi	Tohmajärvi	Kangasrousku	09/2018	3	586	15,6	66,7	0,399	4330	<1,11	1840	71,5
18-783-045	Kuusi	Tohmajärvi	Kanttarelli	09/2018	6	561	14,2	32,4	0,69	3910	<1,08	849	84,6
18-783-046	Kuusi	Tohmajärvi	Kangasrousku	09/2018	7	555	16,1	33,7	0,475	4770	<1,1	1460	69,3
18-783-047	Kuusi	Tohmajärvi	Hapero	09/2018	7	562	17,9	136	0,289	4150	<1,07	1660	122
18-783-048	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	1	508	8,25	96,2	<0,217	2460	<1,08	3580	42,1
18-783-049	Mänty	Joensuu	Kangastatti	09/2018	1	652	35,1	113	0,604	6110	<1,1	1510	70,6
18-783-050	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	3	619	54,9	25,4	1,61	4200	<1,08	741	94,7
18-783-051	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	3	566	15,1	31,3	0,369	5240	<1,09	1500	57,3
18-783-052	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	4	557	18,6	38,3	0,505	4970	<1,1	1450	54
18-783-053	Mänty	Joensuu	Kangastatti	09/2018	5	515	22,6	35,2	0,223	4720	<1,11	1160	38,5
18-783-054	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	5	604	17,7	34	0,309	5520	<1,1	1620	60,9
18-783-055	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	6	620	14,4	40,9	0,6	5860	<1,07	1860	107
18-783-056	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	7	506	13,2	35,6	0,257	3850	<1,07	3460	58,9
18-783-057	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	7	617	18,6	26,3	0,542	5130	<1,08	1610	59,8
18-783-058	Mänty	Joensuu	Hapero	09/2018	8	572	22,8	37,3	0,535	4150	<1,07	1190	70,8
18-783-059	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	8	488	18,7	23,9	1,04	3600	<1,07	630	78
18-783-060	Mänty	Joensuu	Kehnäsieni	09/2018	8	540	11,4	32,5	0,312	4140	<1,07	3990	56,8
18-783-061	Mänty	Joensuu	Kanttarelli	09/2018	9	606	26,7	25,1	0,96	4260	<1,08	731	81,1
18-783-062	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	9	593	17,7	41,2	0,664	5210	<1,09	1490	59,8
18-783-063	Mänty	Joensuu	Kangasrousku	09/2018	10	637	21,9	35,5	0,449	5300	<1,09	1560	78,8