

Sulfaattipohjaisten hivenlannoitteiden käyttö ja edut verrattuna muihin hi- venlannoitteisiin

Case: Tracegrown ZM Grow

Irina Lähteenmaa

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018
Luonnonvara- ja ympäristöala
Agrologi (Ylempi AMK)
Biotalouskehittäminen

Tekijä(t) Lähteenmaa, Irina	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä Joulukuu 2018
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Sulfaattipohjaisten hivenlannoitteiden käyttö ja edut verrattuna muihin hivenlannoitteisiin Case: Tracegrow ZM Grow		
Tutkinto-ohjelma Agrologi (Ylempi AMK), Biotalouskehittäminen		
Työn ohjaaja(t) Laura Vertainen, Jyrki Kataja		
Toimeksiantaja(t) Tracegrow Oy, Mikko Joensuu		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suomalainen yritys Tracegrow on kehittänyt kierrätyslehtilannoitteen ZM Grown viljojen ja nurmien hivenlannoitukseen. Valmistusteknologia on ainutlaatuinen maailmassa ja sen avulla käytetystä paristosta talteen otetusta mangaanista ja sinkistä valmistetaan lehtilannoitetta. Hivenravinteet ovat tuotteessa kierrätettyjä. Tuotteen ollessa uusi, halusi yritys selvittää vastaavien markkinoilla olevien tuotteiden ja ZM Grown välisiä eroja ja miten se pärjää vertailussa vastaavien tuotteiden kanssa. Tracegrow:lla oli myös tarve kartoittaa olemassa olevat markkinat ja käyttökohteet sekä mahdollisen tuoteperheen luomisen edellytykset.</p> <p>ZM Grow-lehtilannoitteen ominaisuuksia on testattu kenttäkokeissa ja sitä on paranneltu useamman vuoden ajan. Opinnäytetyössä kerättiin olemassa olevaa tietoa kasvin ravitsemuksesta, lehtilannoituksesta ja hivenlannoitteista sekä niille tehdyistä kokeista. Tämän lisäksi suoritettiin kenttäkoe verrokkituotteen kanssa. Tieto koottiin yhteen avuksi yritykselle tuotteen ja tuoteperheen kehittämiseen.</p> <p>Lehtilannoitteena ZM Grow on hyvin kilpailukykyinen, se on helposti käsiteltävä ja sekoittuu hyvin tankkiseoksissa. Kootun tiedon ja tehtyjen kenttäkokeiden pohjalta voidaan todeta sen olevan vastaavanlainen tuote kuin muutkin markkinoilla olevat mangaani ja sinkki lannoitukseen valmistetut tuotteet</p> <p>Olemassa olevaa vertailevaa tietoa eri lehtilannoitteiden välillä on vähän ja kenttäkokeista saadut tulokset ovat hyvin vaihtelevia. Lehtilannoitus ja sen onnistuminen itsessään, on jo haastavaa. Tuote on kuitenkin vertailukelpoinen muihin tuotteisiin nähden, joten sen suurin lisäarvoa tuova tekijä on ekologisuus. Tähän on panostettava ja tuotava sitä esiin kuluttajille.</p>		
Avainsanat (asiasanat)		
Tracegrow, ZM Grow, lehtilannoite, hivenlannoite, kierratotalous		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Lähtenmaa, Irina	Type of publication Master's thesis	Date December 2018
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 47	Permission for web publication: x
Title of publication Use and advantages of sulphate-based micronutrients compared to other micronutrients Case: Tracegrown ZM Grow		
Degree programme Master of Natural Resources, Degree Programme in Bioeconomy development		
Supervisor(s) Vertainen Laura, Kataja Jyrki		
Assigned by Tracegrow Oy, Joensuu Mikko		
<p>Abstract</p> <p>Tracegrow, a Finnish company, has developed recycled foliar fertilizer ZM Grow for grain and grass grain milling. Production technology is unique in the world and uses manganese and zinc recovered from the used battery to produce foliar fertilizer. The micronutrients are recycled in the product. With a new product ZM Grow, the company wanted to find out the differences between similar products on the market and how it compares with comparable products. Tracegrow also had a need to identify existing markets and uses and the conditions for creating a potential family of products.</p> <p>The properties of ZM Grow foliar fertilizer have been tested in field trials and have been improved for several years. The thesis collected information about plant nutrition, leaf fertilization and digestive fertilizers and their experiments. In addition to this, a field test was performed with the control product. Information was gathered together to help the company develop a product and product family.</p> <p>As a foliar fertilizer, ZM Grow is very competitive, it is easy to handle and mix well in tank mixes. Based on the pooled data and the field experiments carried out, it can be stated that it is a similar product as other manganese and zinc fertilizer products on the market.</p> <p>Existing comparative data between different foliar fertilizers is low and field trials are very varied. Foliar fertilization and its success in itself is already challenging. However, the product is comparable to other products, so its greatest added value is ecology. This needs to be invested and brought to the attention of consumers.</p>		
Keywords/tags (subjects) Tracegrow, ZM Grow, foliar fertilizer, trace fertilizer, circulation economy		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Työn taustat ja tavoitteet	4
1.2	Jätteestä lannoitteeksi	5
2	Tutkimusasetelma	9
2.1	Työn tavoitteet ja aiheen rajaaminen	9
2.2	Tutkimusasetelma ja –kysymykset	9
2.3	Tutkimusmenetelmät ja tutkimusote	10
2.4	Lannoitekoe	11
2.5	Aineiston keruu ja analysointi	12
2.5.1	Lannoitekokeessa	12
2.5.2	Muu aineisto	13
3	Kasvin ravinnetalous	13
3.1	Kasviravinteet	13
3.2	Ravinteiden kulku kasviin	16
3.3	Lehtilannoituksen käytännöt	17
3.4	Lehtilannoitus Suomessa ja muualla maailmassa	19
4	Tutkimustulokset	22
4.1	Lannoitekoe	22
4.2	ZM Grow lehtilannoiteena	26
4.2.1	Sulfaattipohjainen lehtilannoite	30

5	Johtopäätökset	33
6	Pohdinta	36
	Lähteet	42
	Liitteet	45
	Liite 1. Koesuunnitelma excel-taulukko.....	45
	Liite 2. Nurmen rehuanalyysi	46
	Liite 3. Nurmen hivenaine- ja kivennäisanalyysi	47

Kuviot

Kuvio 1. Mangaanipitoisuus kaura.....	23
Kuvio 2. Mangaanipitoisuus ohra	24
Kuvio 3. Mangaanipitoisuus nurmi (ylin lehti).....	25
Kuvio 4. Mangaanipitoisuus nurmi (2-lehti)	25
Kuvio 5. ZM Grow tankkiseostaulukko. (Esitteestä ZM-Grow, Kierrätyslannoite viljojen ja nurmien hivenlannoitukseen)	27
Kuvio 6. Mangaanin- ja sinkin pitoisuus nurmella, Maalahti /Vaasa 2017 (Berner Oy)	28
Kuvio 7. Sadon lisäys ohralla Västankvarn (Inkoo) 2017 (Berner Oy).....	29
Kuvio 8. Sadon lisäys vehnällä Västankvarn (Inkoo) 2017 (Berner Oy)	29
Kuvio 9. Maissin mangaani- ja sinkkipitoisuus Ylistaro 2018 (Berner Oy)	30
Kuvio 10. Paradigman muutos - ravinteiden kuluttamisesta ravinnetalouteen (Herlevi, Sitra. 2015).....	38
Kuvio 11. Näkökulmia ravinnekiertoa edistävään muutokseen (Gaia Consulting. 2015)	40

1 Johdanto

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Opinnäytetyössä tutkin Tracegrow:n valmistamaa ZM Grow nimistä sulfaattipohjaista hivenlannoitetta olemassa olevan tiedon pohjalta ja vertaan sen ominaisuuksia muihin markkinoilla jo oleviin tuotteisiin.

Opinnäytetyöllä on selkeä tilaus, sillä ZM Grow on uusi tuote ja vasta markkinoille tuotu. Se valmistetaan täysin kierrätysmateriaalista eli alkaliparistojen sisältämästä mustasta massasta. Opinnäytetyön on tarkoitus selvittää markkinoilla olevat kilpailevat tuotteet, vertailla niitä tutkittavaan tuotteeseen ja löytää ne asiat, jotka tekevät juuri Tracegrow:n ZM Grow:sta sen parhaan. Tavoitteena on myös selvittää sopivimmat käyttökohteet ja markkinat.

Työ luo edellytykset tuotteen ja tuoteperheen kehittämiseksi ja markkinoinnille. Kiertotalous tuotteena ZM Grow herättää varmasti myös muilla toimijoilla ajatuksen siitä, miten voisi omassa toiminnassaan paremmin huomioida oman tuotteen raaka-aineet jne. Lisää toimialalla mahdollisesti kestävä kehityksen ajattelua.

Opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään Tracegrow Oy:n omassa toiminnassa, tuoteperheen luomisessa ja yrityksen hivenlannoite markkina osuuden kasvattamisessa. Työ antaa edellytyksen kiertotalouteen perustuvan lannoitevalmistuksen laajenemiseen ja kehittymiseen Tracegrow Oy:ssä.

Tracegrow on suomalainen cleantech-yritys, joka on perustettu vuonna 2012. Yrityksen toiminta perustuu kiertotalouteen ja se on kehittänyt ainoana maailmassa teknologian, jonka avulla alkaliparistoista voidaan valmistaa mangaania ja sinkkiä sisältävää mikroravinnetta maatalouden tarpeisiin. (Tracegrow Oy toteuttaa suunnatun osakeannin – lisää resursseja ainutlaatuisen cleantech-innovaation vientiin maailmalle 2018.)

Tracegrow Oy myy valmistamia hivenravinnetuotteita lannoitteiden jälleen myyjille ja lannoitevalmistajille ja se myös toimittaa ainutlaatuisen teknologiaansa pohjautuvia tuotantolaitoksia globaalisti mm. kierrätysyrityksille, lannoitevalmistajille sekä –jakelijoille. (Tracegrow Oy toteuttaa suunnatun osakeannin – lisää resursseja ainutlaatuisen cleantech-innovaation vientiin maailmalle 2018.)

Tracegrow on solminut jälleenmyyntisopimuksen Berner Oy:n kanssa Suomessa sekä maailmanlaajuisen sopimuksen Pöyryn kanssa Tracegrow’n teknologiatöihin liittyvistä projekti- ja insinööripalveluista. Heidän ensimmäinen tuotantolaitos valmistui Kärämäellä, missä mikroravinnetuotteiden tuotanto käynnistyi kesäkuussa 2018. Tracegrow’n tuotantolaitos sekä tuotteet, ovat saaneet lannoitevalmistajalta vaadittavat Suomen ja Euroopan Unionin viranomaisten hyväksynnit ja se soveltuu Suomessa myös luomutuotantoon. (Tracegrow Oy toteuttaa suunnatun osakeannin – lisää resursseja ainutlaatuisen cleantech-innovaation vientiin maailmalle 2018.)

Useat globaalit megatrendit sekä ekologiset haasteet, kuten väestönkasvu, köyhtyvä viljelysmaa, nälänhätä, ilmastonmuutos, luonnonvarojen tuhlaus, vesien rehevöityminen sekä kasvava jäteongelma liittyvät Tracegrow’n liiketoimintaan. Heidän teknologinen innovaationsa pyrkii tuomaan ratkaisun kahteen globaaliin ongelmaan: käytettyjen alkaliparistojen hivenaineiden uudelleen käyttöön ekologisesti, sekä niiden puutteesta kärsivän viljelysmaan parantamiseen ja siten maailman ruuantuotannon lisäämiseen. (Tracegrow Oy toteuttaa suunnatun osakeannin – lisää resursseja ainutlaatuisen cleantech-innovaation vientiin maailmalle 2018.)

1.2 Jätteestä lannoitteeksi

Tracegrow Oy valmistaa alkalimustamassasta sinkki- ja mangaanipitoista hivenainetta, jota voidaan käyttää hivenravinnelannoitteena, nestemäisenä lehtilannoitteena (ZM Grow). Raaka-aineena käytetään alkalimustamassajätettä, joka on määritetty vaaralliseksi jätteeksi. Tämä alkaliparistomurskeen jalostaminen lannoitevalmistukseksi on ainutlaatuista toimintaa niin Suomessa kuin muullakin. (Joensuu 2018.) Vaaralliseksi jätteeksi luokitellaan käytöstä poistettu aine, joka voi aiheuttaa erityistä vaaraa tai haittaa ympäristölle tai terveydelle. (HSY 2018).

Valmistusprosessissa alkalimustamassa käsitellään mekaanisilla erotusmenetelmillä sekä kemiallisella liuotusmenetelmällä. Lopputulos on hivenravinneliuos, joka sisältää sinkkisulfaattia, mangaanisulfaattia ja vähäisen määrän kaliumsulfaattia. Jätteestä otetaan siis talteen metalleja, joita hyödynnetään edelleen lannoitekäyttöön soveltuviksi hivenaineiksi. Valmiin tuotteen puhtaus ja laatu sallivat sen käytön sellaisenaan lannoitteena. Tuotetta voidaan käyttää myös luomulannoitteena, koska se täyttää hivenravinnelannoitteen tyyppinimen mukaiset vaatimukset. (Joensuu 2018.)

Euroopan Unionin (EU) jätedirektiivissä (2008/98/EY) on säädetty edellytykset, joiden täytyessä jäte lakkaa olemasta jätettä ja tätä kutsutaan nimellä End of Waste (EoW) Suomen jätelaki (SJ 646/2011) sisältää EoW kriteeristön. Jätelain (SJL 646/2011) ja jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaan aine tai esine ei ole enää jätettä, jos se täyttää seuraavat kohdat:

1. Se on läpikäynyt hyödyntämistoimet. Jätelaissa (SJL 646/2011) hyödyntäminen on määritelty toiminnaksi, jonka ensisijaisena tuloksena jäte käytetään hyödyksi tuotantolaitoksessa tai muualla taloudessa siten, että sillä korvataan kyseiseen tarkoitukseen muutoin käytettäviä aineita tai esineitä, mukaan lukien jätteen valmistelu tällaista tarkoitusta varten. (Joensuu 2018.).
2. Sillä on käyttötarkoitus, johon sitä käytetään yleisesti. Tässä tapauksessa käyttötarkoitus on lannoitevalmiste, sillä on markkinat ja kysyntä. Vuonna 2017 hivenaineiden maailmanlaajuiset markkinat olivat 5 miljardia euroa ja arvio on, että markkinat kasvavat kolmessa vuodessa 8 miljardin euron arvoiksi. ZM-Grow on tuotteena tehokas, sekoittuu helposti muihin samanaikaisesti käytettäviin lannoite ja kasvinsuojeluaineisiin ja on hinnaltaan kilpailukykyinen. (Joensuu 2018.)
3. Se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin soveltuvien säännösten mukainen. Lannoitevalvonnasta Suomessa vastaa Evira ja lannoitevalmistesäännösten mukaan määräytyy se, mikä katsotaan riittäväksi tai vaadittavaksi käsittelymenetelmäksi, jotta tuote kelpaa lannoitevalmistekäyttöön. Lannoitevalmistelaki (LVL 539/2006) ja Maa- ja metsätalousministeriön lannoitevalmisteista annettu asetus (MMM 24/11) sekä EU:n lannoiteasetus (2003/2003) sääntelevät tuotteen lannoite käyttöä. Jokaisen Suomessa valmistettavan, markkinoille saatettavan ja maahan tuotavan lannoitevalmisteen tulee kuulua joko kansalliseen

lannoitevalmisteiden tyyppinimiluetteloon (MMM 12/07, liite I) tai EU-lannoitteiden osalta EU-lannoitetyyppiluetteloon (2003/2003/EY, liite I). Edellä mainitut asetukset ja lait määrittelevät lannoitteen sisältämien ravintoaineiden ja haitta-aineiden pitoisuuksien rajat, sekä määräävät toimet/velvollisuudet jotka lannoitteen valmistajan tulee tehdä/noudattaa. (Joensuu 2018.)

4. Sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. ZM Grow- tuotteelle on määritelty enimmäispitoisuuksia vastaava vaaraluokitus EU:n CLP-asetuksen ((EY) N:o 1272/2008) nojalla. Vaaraluokitus ei oleellisesti poikkea vastaavista markkinoilla olevista hivenravinnelannoitteista. ZM Grow ei sisällä mangaani-, sinkki- ja kaliumsulfaattien lisäksi muuta kuin vettä ja vaaraluokituksen kannalta merkityksettömiä määriä epäpuhtauksia. Näistä tärkeimpiä ovat lannoitelainsäädännön vaatimusten osalta nikkeli ja kadmium, joiden pitoisuus jää lopputuotteessa sekä alle lainsäädännön mukaisten haitta-aineiden raja-arvojen, että alle CLP-asetuksen mukaisten vaaraluokitusta edellyttävien raja-arvojen. Epäpuhtaudet eivät siis vaikuta lopputuotteen vaaraprofiiliin. ZM Grow ei myöskään sisällä EU:n REACH-asetuksen mukaisia luvanvaraisia aineita eikä rajoitettuja aineita. Lopputuote ei sisällä erityistä huolta aiheuttaviksi aineiksi tunnistettuja niin kutsuttuja SVHC-aineita yli 0,1 painoprosentin mukaisissa pitoisuuksissa. Lopputuotetta ei luokiteltu syöpää aiheuttavaksi, perimää vaurioittavaksi tai lisääntymismyrkylliseksi eli tuote ei ole ns. CMR-aine. ZM Grow'n käyttöturvallisuustiedotteen nojalla ympäristön kannalta oleellisinta tuotteen vaaraluokituksessa on kategorian 2 krooninen vesieliötökisyyttä kuvastava luokitus H411. Luokitus pohjautuu mangaanisulfaatin ja sinkkisulfaatin vesitoksisuus luokitukseen, jotka on määritelty ZM Grow'n suurimman ilmoitetun mangaani- ja sulfaattipitoisuuden mukaan. Käyttöluokuksessa laimennetut pitoisuudet pudottivat vaaraluokituksen kategoriaan 3, vaaralauseella H412 eli haitallista vesieliöille, pitkäaikaisia haittavaikutuksia. Mangaani- ja sinkkisulfaatti saostuvat neutraalissa pH:ssa. Sinkkisulfaattia kasvi voi hyödyntää tässäkin muodossa, mutta mangaanisulfaatti kertyy käytännössä maaperään. Emäksisessä (pH yli 7) maaperässä ne stabiloituvat kiinteään faasiin, eivätkä käytännössä pääse helposti vesistöihin. Ympäristössä ZM Grow pääasiallisesti kompleksoituu maaperän partikkelien kanssa ja sitoutuu kasvustoon eikä siten päädy valumaan pelloilta vesistöihin. Tuote ei sisällä PBT- tai vPvB-aineita eli hitaasti hajoavia, biokertyviä ja myrkyllisiä tai erittäin hitaasti

hajoavia ja erittäin voimakkaasti biokertyviä aineita, vaan ainoastaan epäorgaanisia aineita. Lopputuote ei myöskään ole radioaktiivinen. (Joensuu 2018.)

Jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaan edellä mainittuihin perusteisiin sisältyy tarvittaessa epäpuhtauksien raja-arvoja, joissa otetaan huomioon aineen tai esineen mahdolliset haitalliset vaikutukset ympäristölle. Jätedirektiivin (2008/98/EY) mukaan EU:n tasolla määritellään tarkemmat kriteerit erityyppisten jätteiden jätestatuksen päättymiselle ja mikäli EU:n tasolla ei ole jonkin tuotteen jätestatuksen päättymistä määritelty voivat jäsenvaltiot soveltuva oikeuskäytäntö huomioon ottaen päättää tapauskohtaisesti, onko jäte lakannut olemasta jätettä. Tähän on meillä antanut ohjeistuksen Ympäristöministeriö muistiossaan ”Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia”. ZM Grow-lannoitteen raaka-aineena käytettävälle alkalimustamassalle ei ole EU:n tai Suomen tasolla määritelty erityistä EoW kriteeristöä. Tästä johtuen sovelletaan ympäristöministeriön muistiota, jossa todetaan, että aineiden ja esineiden jäteluonteen arvioi ensisijaisesti se, jonka toiminnassa aine tai esine syntyy tai muu, jonka hallinnassa jäte on (jätteen haltija). Tracegrow Oy arvioi itse valmistamansa lannoitehiven aineen EoW-luonteen ja kriteeristön mukaan. Ympäristöviranomainen voi tehdä asiasta päätöksen ympäristöluvan hakemisen yhteydessä, myös valvontaviranomainen voi antaa erikseen lausunnon aineen luokituksesta. Kun tuote saavuttaa End of Waste statuksen, se kuuluu REACH-asetuksen soveltamisalaan. ZM Grow ei sisällä EU:n REACH-asetuksen mukaisia luvanvaraisia aineita eikä rajoitettuja aineita (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006). Lopputuote ei sisällä erityistä huolta aiheuttaviksi aineiksi tunnistettuja SVHC-aineita yli 0,1 painoprosentin mukaisissa pitoisuuksissa. CLP-asetuksen (EU-asetus 1272/2008) mukaisesti aineet joita hyödynnetään Unionin alueella, tulee luokitella, merkitä ja pakata sekä niistä tulee tehdä luokitusilmoitus Euroopan kemikaalivirastolle, mikäli aine saa luokituksen. (Joensuu 2018.)

2 Tutkimusasetelma

2.1 Työn tavoitteet ja aiheen rajaaminen

Tracegrow Oy on kehittänyt sulfaattipohjaisen kierrätysmateriaalista valmistetun hivenlannoitteen ZM Grow`n. Tuote on uusi ja vasta saapunut markkinoille, joten tarve saada tietoa jo markkinoilla olevista saman kaltaisista tuotteista ja vertailla sitä omaan tuotteeseen, on suuri.

Opinnäytetyössä tutkitaan tuotetta olemassa olevan tiedon sekä kenttäkokeiden tulosten pohjalta ja verrataan sen ominaisuuksia muihin markkinoilla jo oleviin tuotteisiin. Tieto kootaan yhteen ja sen avulla selvitetään sopivimmat käyttökohteet ja käyttömaat, soveltuvuus eri kasveille ja maalajeille, sekä mahdollisuudet tuotteen käyttöön tankkiseoksissa. Tavoitteena on saada tieto myös siitä, miten tuotetta ja tuoteperhettä kannattaa kehittää. Opinnäytetyössä pyritään ratkaisemaan se, mitkä ovat parhaat argumentit ja tavat viedä yrityksen tuote markkinoille, sekä mikä on tuotteen ja tuoteperheen kehityksen suunta. Rajausta on siis hyvin luontevasti tuote ja sen potentiaalin kartoitus. Itse tuotteen markkinointi tai siihen liittyvät menetelmät jäävät työn ulkopuolelle.

2.2 Tutkimusasetelma ja –kysymykset

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Minkälaisia tuotteita tällä hetkellä markkinoilla? Kartoitetaan olemassa olevat vastaavat tuotteet Suomesta ja ulkomailta sekä niiden käyttökohteet.
2. Miten tuotteet eroavat toisistaan? Vertaillaan eri hivenlannoitteita toisiinsa olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta esim. sulfaatti vai kelaatti pohjainen valmistus jne.
3. Miten, missä ja miksi Trecegrow Oy:n ZM Grow on parempi kuin kilpailijoiden? Ekologisuus, paremmat satotulokset ym.

Valitut tutkimuskysymykset olivat laajoja ja haasteena ja tavoitteena oli löytää tietoa ja lähteitä, jotka olivat luotettavia ja samalla puolueettomia. Pohja kysymyksille laadittiin yhdessä tilaajan kanssa.

2.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimusote

Opinnäytetyö liittyy sulfaattipohjaisen mangaania ja sinkkiä sisältävän lehtilannoitteen ominaisuuksien tutkimiseen ja vertaamiseen muihin markkinoilla oleviin vastaaviin tuotteisiin. Koska etsittiin olemassa olevaa tutkimustietoa ja vertailtiin tuotetta kenttäkokeiden avulla, oli vaikea määritellä vain yhtä tutkimussuuntaa. Työssä käytettiin alkutilanteen kartoittamiseen laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta. Tutkimusmenetelmällä koottiin tietoa kasvien ravinteiden tarpeesta, lehtilannoituksen käytöstä, lannoitekäytännöistä ja erilaisista lehtilannoitteista.

Laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus on tieteellisen tutkimuksen menetelmäsuuntaus, jossa pyritään ymmärtämään kohteen ominaisuuksia, laatua ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Laadullista tutkimusta voidaan toteuttaa monenlaisilla menetelmillä. Näissä menetelmissä yhteisenä piirteenä korostuu muun muassa kohteen esiintymisympäristöön ja taustaan, kohteen tarkoitukseen ja merkitykseen, kieleen ja ilmaisuun liittyvät näkökulmat. (Laadullinen tutkimus, Koppa tietokanta 2018.)

Olemassa olevan tiedon keräämisen lisäksi, päätettiin suorittaa myös kenttäkokeita, joissa verrattiin ZM Grow lehtilannoitteet ja verrokkilannoitteen toimivuutta eri kasvilajeilla. Kenttäkokeita oli suoritettu myös aikaisempina vuosina, joiden tuloksia käytettiin hyödyksi. Tällöin tietojen hankinta oli osin määrällistä, eli kvantitatiivista tutkimusta, jossa kohdetta kuvataan ja tulkitaan tilastojen ja numeroiden avulla (Laadullinen tutkimus, Koppa tietokanta 2018).

Laadullisen ja määrällisen menetelmäsuuntauksen välistä eroa usein korostetaan, vaikka molempia suuntauksia voidaan käyttää myös samassa tutkimuksessa. Molemmilla suuntauksilla voidaan selittää samoja tutkimuskohteita, vaikkakin eri tavoin. Jotkut analyysimenetelmistä perustuu vahvasti laadullisen tutkimuksen tai määrällisen tutkimuksen suuntaukseen, mutta monet menetelmät asettuvat lähtökohdiltaan

suuntausten ääripäiden välimaastoon. Laadullisten ja määrällisten menetelmien yhdistämisen samassa tutkimuksessa, riippuu tutkijan tieteenfilosofisista sitoumuksista. (Laadullinen tutkimus, Koppa tietokanta 2018.)

Tutkimuksellisessa kehittämistoiminnassa lähtökohta on käytännön kysymykset ja ongelmat, jotka ohjaavat tiedon tuottamista. (Työelämän tutkiva kehittämistoiminta 20018). Opinnäytetyön tutkimuksen pohjana oli Tracegrow Oy:n valmistama kiertotalouspohjainen lehtilannoite ZM Grow. Tuotetta haluttiin tutkia ja verrata markkinoilla olemassa oleviin lehtilannoitteisiin. Tutkimuksen tarkoitus oli kehittää olemassa olevaa tuotetta ja luoda mahdollinen tuoteperhe tulevaisuudessa. Tutkimus otteeni oli tutkiva kehittäminen, jossa tietoa tuotetaan käytännön toimintaympäristöissä. Apuna tässä toimivat tutkimukselliset asetelmat ja menetelmät. Pääpaino on kehittämistoiminnassa, jossa hyödynnetään tutkimuksellisia periaatteita. (Työelämän tutkiva kehittämistoiminta 20018.)

2.4 Lannoitekoe

Lannoitekoe toteutettiin kasvukaudella 2018. Lannoitekokeen tavoitteena oli saada markkinoinnissa käytettävää tietoa ZM Grow-tuotteen ominaisuuksista, vertaamalla sitä tällä hetkellä Suomessa käytetyimpien joukossa olevaan verrokkituotteeseen. Tärkeää oli saada tieto aineen imeytymisestä ja vaikutuksesta satoon sekä sadon laatuun. Lannoitekoe suoritettiin ruiskuttamalla lehtilannoitetta sekä viljaan että nurmeen.

Tutkittava aine on Tracegrow Oy:n ZM Grow lehtilannoitetuote. Se sisältää Mangania (Mn 65-85g/litra), sinkkiä (Zn 75-95g/litra), rikkiä (S 79-102g/litra) ja Kaliumia (K 12-15g/litra). Verrokkina oli Yaran tuote YaraVita Amazinc, joka sisältää mangaania (Mn 250 g/l) ja sinkkiä (Zn 350 g/l).

Tutkimus toteutettiin kasvukauden 2018 aikana Marinkaisissa, Keski-Pohjanmaalla. Tutkimukseen otettiin mukaan ohra, kaura ja nurmi. Koealueet viljoilla valittiin siten, että ne ovat kasvukunnoltaan ja maalajiltaan mahdollisimman samankaltaista. Lannoituksen suunnittelua varten käytössä olivat kattavat maa-analyysiarvot. Kaikki lohkot lannoitettiin samalla peruslannoituksella (Pefert Can 27 (ammoniumnitraattipitoisen typpilannoite) 400kg/ha), siemen oli peittaamaton (peitattu siemen on käsitelty

tautien torjuntaan tarkoitetuilla aineilla, joten peittäus lisää taudinkestävyyttä ja sitä kautta lisää satoa). Koealueet ovat kokeessa käytetyn ruiskun levyisiä eli 15 metrisiä. Lehtilannoitus-ruiskutus suoritettiin kerran.

Kokeessa ohra, lajikkeena Alvar (aikainen ohra). Lehtilannoite ruiskutettiin kerran. Perustettiin kolme koealuetta: 1. vain peruslannoitus (0-ruutu), 2. peruslannoitus ja lehtilannoitus YaraVita Amazin , 3. peruslannoitus ja lehtilannoitus ZM Grow:lla.

Kokeessa kaura, lajikkeena Niklas, jolle perustettiin kolme koealuetta: 1. vain peruslannoitus (0-ruutu) 2. peruslannoitus ja lehtilannoitus YaraVita Amazin, 3. peruslannoitus ja lehtilannoitus ZM Grow:lla. Lehtilannoitus ruiskutettiin alueelle yhden kerran.

Nurmi oli timotein ja nurminadan seos. Nurmelle suoritettiin yksi ruiskutuskerta (näytteitä ei pestä, joten lehden pinnalla oleva aine jää myös näytteeseen). Näytteet otettiin ruuduilta kaistoista, jotka ruiskun levyisiä (15m). Ruudut tehtiin kehikosta koko 50cm x 50 cm, tämä kehikko heitettiin satunnaisesti koealueelle. Käytössä myös kattavat maa-analyysiarvot. Nurmella koe suoritettiin siten, että lannoitettiin peruslannoituksella (Befert Cam 27, 400kg/ha) sekä sian lietelannalla. Koealoja luotiin kolme: 1. vain peruslannoitukset, 2. peruslannoitus ja lehtilannoitus YaraVita Amazin 1,5l/ha ja 3. Peruslannoitus ja lehtilannoitus ZM Grow:lla 2,5l/ha.

2.5 Aineiston keruu ja analysointi

2.5.1 Lannoitekokeessa

Koealoilta mitattiin mangaani-pitoisuudet mittarilla. Mangaani mitattiin NutriNosti ka mangaanin pitoisuutta mittaavalla laitteella. Mittari näyttää PEU (plant efficiency unit) arvon, joka kertoo lehden mangaanipitoisuuden. Mittauksen suoritti ProAgria. Mittauksia tehtiin neljä kappaletta. Yksi ennen ruiskutusta ja kolme kertaa ruiskutuksen jälkeen viikon välein.

Sääolosuhteita ja sadantaa seurattiin lähimmän sääaseman antaman datan perusteella (Foreca, Kokkola, Hollihaka), sekä hankkimalla sademittarit, jotka seurasivat ja tallensivat sadannan koealueilla. Nurmilta otetuista näytteistä teetettiin rehuanalyysi laboratoriossa.

Analysointia varten laadittiin excel-taulukko (liite 1.), johon tiedot syötettiin. Näytteen otosta vastaavat henkilöt kokosivat tiedon yhteen. Tutkimustulokset käytiin yhdessä läpi ja syötettiin excel-taulukkoon, josta tuloksia pystyttiin hyödyntämään tulosten tulokinnassa ja taulukoiden luonnissa.

2.5.2 Muu aineisto

Tässä työssä etsittiin tietoa sopivilla hakusanoilla lähteistä, joita olivat mm. tutkimukset. Hyviä lähteitä löytyi esim. sivustoilta joilla julkaistaan tieteellisiä artikkeleja ja raportteja tehdyistä tutkimuksista. Pidempikestoiset kenttäkokeet ja tutkimukset joiden koeolosuhteet on järjestetty niin, ettei ulkoiset tekijät voi vaikuttaa tulokseen, antavat mielestäni luotettavinta tietoa. Alan oppikirjoista saan myös hyvää materiaalia perustiedon kartoittamiseen kasvin tarpeista. Maatalousalan lehdet ja niissä julkaistut artikkelit toimivat myös hyvinä lähteinä yleisen tiedon hankinnassa. Kerätystä tiedosta pyritään kokoamaan mahdollisimman kattavan ja luotettavan sekä puolueettoman kanta työn pohjaksi.

3 Kasvin ravinnetalous

3.1 Kasviravinteet

Kasvit ottavat ravinteita ilman ja maan kautta. Ilmasta kasvi ottaa hiilen hiilidioksidina ilmarakojen kautta, jotka sijaitsevat kasvin vihreissä osissa. Muut ravinteet kasvi ottaa pääasiassa juurten kautta maan huokosvedestä, johon ravinteet päätyvät maan kiintoaineksesta tai lannoituksesta. Pääasiassa ravinteet ovat epäorgaanisessa muodossa, ioneina, joilla on sähkövaraus. Joissakin mikroravinne puutostiloissa kasville voidaan antaa kyseistä ravinnetta liukoisessa muodossa kasvustoon ruiskutettuna. (Peltonen & Harmonen 2009, 11.)

Kasvutekijöiksi nimitetään asioita, jotka luovat edellytykset kasvin kasvuun, sadon määrään ja laatuun. Usein ne jaetaan sisäisiin ja ulkoisiin kasvutekijöihin. Kasvin geneettiset laji- ja lajikeominaisuudet luetaan sisäisiin kasvutekijöihin ja ulkoisiksi kasvutekijöiksi luetaan mm. valo, lämpö, vesi, kasviravinteet ja kasvualustassa vaikutta-

vat juurten ympäristötekijät. Juurten ympäristössä kasvualustan tuuletussuhteet säätelevät hapen pääsyä ja hiilidioksidin poistumista juuristovyöhykkeestä. Samoin kasvualusta happamuudella ja mekaanisella vastuksella on vaikutus kasvien kasvuun. (Heinonen, R. ym. 2001, 117.)

Kasviravinteihin luetaan nykyisin 16 alkuainetta, jotka ovat seuraavat: hiili (C), happi (O), vety (H), typpi (N), fosfori (P), rikki (S), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), rauta (Fe), mangaani (Mn), kupari (Cu), sinkki (Zn), boori (B), molybdeeni (Mo) ja kloori (Cl). Jokainen edellä mainittu on oma erillinen kasvutekijänsä ja yhdenkin puuttuminen estää kasvun täysin. (Heinonen, R. ym. 2001, 177.)

Lannoituksen tarkoitus on pitää kasvin ravinnepitoisuudet optimitasolla, mutta mistä tietää kasvin ravinnetilan ja sen, kuinka kauan täydennyslannoituksen vaikutus kestää. Perinteinen maa-analyysi antaa ennusteen, mutta optimitasoon pyrittäessä tärkeää on tietää puutokset kasvissa ennen kuin ravinnepuutos on havaittavissa, sillä silloin osa sadosta on jo menetetty. Tätä tietoa varten on kehitelty erilaisia kasvianalyysijä, jotka kertovat kasvin ravinnetilan ja todellisen ravinnemäärän, jonka kasvi on saanut käyttöönsä. Kasvianalyysin voi tehdä useassa kasvin kasvuvaiheessa ja se kertoo yleensä sen hetkisen tilanteen. (Mattila 2017, 26-28.)

Perinteinen kasvianalyysi kertoo, mikä on kasvin ravinteiden otto muutaman viimeimmän viikon aikana ja se ei kuvaa kasvin tämän hetkistä kykyä käyttää ravinteita kasvuun. Kasvin vanhoihin osiin varastoituneista ravinteista vain osa on siirrettävissä uuteen kasvuun. Heikosti kasvissa liikkuvia ovat esim. mangaani ja sinkki, jotka ovat sitoutuneet niin tiukasti, etteivät ole enää käytettävissä sadonmuodostukseen. (Mattila 2017, 26-28.)

Jos kasvi kärsii mikroravinteiden puutteesta, syynä voi olla sen vähyys maassa tai esiintyminen heikosti liukenevassa muodossa. Hyvin karkeat kivennäismaat ja paksut turvemaat voivat sisältää mikroravinteita luontaisesti vähän. Mikroravinteiden liukoisuuteen vaikuttaa kaikilla maalajeilla maan pH. Kalkitus heikentää mangaanin liukoisuutta ja pH:n ollessa korkea, kasvit kärsivät herkästi mangaanin puutteesta. Tämä johtuu siitä, että mangaani sitoutuu kalkitussa maassa nopeasti niukkaliukoiseen muotoon. Märkyys puolestaan lisää mangaanin liukoisuutta ja happamissa märeissä

maissa mangaania voi olla liukoisessa muodossa jopa haitallisen korkeissa pitoisuuksissa (Peltonen & Harmonen 2009, 22.)

Suomessa mangaanin puutos on yleistä ja sitä esiintyy varsinkin Pohjanmaalla ja Uudellamaalla. Maan pH:n noustessa mangaanin käyttökelpoisuus kasveille heikkenee. Mangaanin puutostila aiheuttaa häiriöitä kasvin yhteyttämisessä ja viherhiukkasten toiminnassa. (Kauralle hyvä startti hivenravinnepeittauksella 2018.)

Kasveille mangaanilisä voidaan antaa peltolannoitteena ja lehtilannoitteena. Puutosoireet ovat useimmiten nähtävissä jo hyvin varhain 2-3 –lehtivaiheessa, heti taimettumisen jälkeen. Tällöin ei vielä lehtilannoitteilla saada kunnon tehoa aikaiseksi lehtipinta-alan pienuuden vuoksi. (Kauralle hyvä startti hivenravinnepeittauksella 2018.)

Suomessa mangaanin ja muiden hivenravinteiden puutos on monilla alueilla kasvien kasvua rajoittava tekijä. Puutosoireet tulevat usein näkyviin jo varhaisessa kehitysvaiheessa. Oireiden näkyessä satoa on jo menetetty, kun kasvi on jo ehtinyt kärsimään puutoksesta. Kööpenhaminan yliopiston tutkijaryhmä on kehittänyt mittarin, jolla mangaanin puutos pystytään mittaamaan jo ennen näkyviä oireita. Mittarilla pystytään mittaamaan mangaanin puutos nopeasti elävistä kasveista ja lisälannoitustarve pystytään määrittämään välittömästi. Näin varmistetaan kasvin satopotentiaali maksimaalisesti. (Viljelijä bernier tuo markkinoille mittarin mangaanin puutoksen mittamiseen 2017.)

Lähes kaksi miljardia ihmistä maailmassa kärsii sinkin puutteesta. Tutkijoiden arvio on, että sen puutteeseen kuolee vuosittain noin 450 000 alle viisi vuotiasta lasta. Viljelyyn käytetystä maasta noin puolella sinkin puute laskee satomääriä ja saatu sato ei kata sinkin tarvetta ihmisillä tai eläimillä. Koska sinkki ei varastoidu elimistöön, on sitä saatava päivittäin ravinnosta. (Kiiski 2016, 15.)

3.2 Ravinteiden kulku kasviin

Tehokkaaseen ravinteiden ottoon tarvitaan tasainen ja laaja juuristo. Tiivis maa heikentää juurten kasvua ja juuristo jää matalaksi. Maan lämpötila vaikuttaa ravinteiden ottoon. Kun kasvi ottaa ravinteita juurillaan, tapahtuu se veden mukana. Juurten toiminta vaatii hapetta, jota säätelee osaltaan maan rakenne, joka luo edellytykset juurten kasvuun antamalla tilaa sille tai vastusta. (Peltonen & Harmonen 2009, 6.)

Suurin osa juurten ottamasta vedestä kulkeutuu johtojänteitä pitkin maanpäällisiin osiin ja haihtuu ilmarakojen kautta ulos kasvista. Jokaista tuottamaansa kuiva-ainekiloa kohden viljelykasvit haihduttavat 300-500 litraa vettä. Tämä veden haihdutus saa aikaan virtauksen, jonka mukana veteen liuenneet ravinteet kulkeutuvat kasvin eri osiin. Kuivuudesta kärsivä kasvi pyrkii säästämään vettä sulkemalla ilmarakot, jolloin veden haihtuminen estyy. Jos juuret jäävät ilman vettä, kasvi ei saa riittävästi myöskään veteen liuenneita ravinteita. Kasvin sisään ravinteet eivät kulje vain passiivisen vesivirtauksen mukana, vaan kasvi myös itse säätelee sitä minkä verran mitään ravinnetta se elintoimintoihinsa ottaa. Myös eri kasvilajien kyky ottaa eri ravinteita poikkeaa toisistaan. (Peltonen & Harmonen 2009, 11-12.)

Lehtien kautta ravinteet annetaan nestemäisessä muodossa. Ravinteet imeytyvät lehdistä lähinnä orvaskeden kautta, se on suojaava kerros joka suojaa lehden uloisimmat solut. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ravinteiden kulkeutumista tapahtuu pienessä määrin myös ilmarakojen kautta. Orvaskesi sisältää pieniä huokosia, jotka päästävät hieman vettä ja pieniä molekyylejä lehden solukolle. Nämä huokokset ovat negatiivisesti varautuneita. Positiivisesti varautuneet kationiravinteet kulkeutuvat siten nopeimmin sisään kasviin. Päin vastoin käy negatiivisesti varautuneille anioniravinteille, kuten sulfaatti (SO_4^{2-}), fosfaatti (PO_4^{3-}) ym., jotka liikkuvat hitaammin orvaskeden läpi. Tähän ravinteen liikkumiseen vaikuttaa myös molekyylien koko, ravinteiden koostumus, aika, jonka ravintoaineseos pysyy lehdellä ja onko ravintoaine ioni vai kelaatti muodossa sekä lehden orvaskeden paksuus. Toinen tekijä lehtilannoituksen tehokkuudessa on se mitä tapahtuu, kun ravinne kohtaa lehden. Jotkut pienet molekyylit tai ne joilla on pienempi varaus kulkeutuvat helposti kasvin johtosolukoon tai muualle kasviin. Suuret molekyylit jotka ovat voimakkaasti positiivisesti va-

rautuneita, pysyvät lähellä sisäänpääsy aluettaan, sillä ne kiinnittyvät solujen seinämiin niiden solujen välisiin alueisiin, jotka ovat negatiivisesti varautuneita. Tiukasti pidättyneitä ravinteita ovat kalsium, mangaani, rauta, sinkki ja kupari. Siksi esim. mangaani ja sinkki ovat hitaita liikkumaan sisälle kasviin ja eivät liiku siellä päästyään sisään. Metallipohjaiset mikroravinteet kuten mangaani ja sinkki, ovat kuitenkin tehokkaita lehtilannoituksessa käytettynä ja ne on paras antaa sulfaattimuodoissa. Jotta lehtilannoite on tehokkaimmillaan, tulisi sen pysyä mahdollisimman pitkään lehdellä tai lehden kudoksella, jolle se kohdennettu. Urea ja ammonium nitraatti muodot, kalsium ja magnesium imeytyvät normaalisti 12 tunnin aikana. Siksi suositellaan, että lehtilannoitus suoritetaan myöhään illalla tai aikaisin aamulla, tällöin lehdillä on kas-tetta. Lannoite tulisi sekoittaa suureen määrään vettä ja ruiskuttaa mahdollisimman pienellä pisarakoolla. Lämpötilan tulee olla mieluiten kohtuullinen (ei paahteinen) ja säännä tuuleton. Vaikka lannoitteita sekoitetaan muiden ruiskutettavien aineiden kuten kasvinsuojeluaineiden kanssa, paras tulos saadaan omana seoksena. Seokseen käytetyn veden tulisi myös olla hiukan hapan. (Ernest 2016.)

3.3 Lehtilannoituksen käytännöt

Lehtilannoitus on laajasti käytössä oleva menetelmä, jolla tuetaan tavanomaista juurten kautta annettavaa lannoitusta parempien satojen tavoittelussa. Menetelmässä on kuitenkin paljon epävarmuustekijöitä ja kysymyksiä. Monet kenttäkokeet osoittavat, että lannoituksen antaminen lehtien kautta vaatii tarkkuutta niin kasvin oikean kehitysvaiheen kuin sääolosuhteidenkin suhteen. kenttäkokeet ovat antaneet vaihtelevia tuloksia ja johtuu todennäköisesti lannoituksen virheellisestä ajoituksesta, epäsojivien lannoitemateriaalien käytöstä, sääolosuhteista ym. Tärkein tekijä on kattava maa-analyysi ja sen pohjalta laadittu lannoitusohjelma, sekä näytteiden otto kasvu-kaudella. (Oosterhuis 2009.)

Lehtilannoitus on yksi työkalu kasvin ravinnetason ylläpidossa ja parantamisessa kasvukauden aikana. Sen avulla voidaan ravinteita lisätä useita kertoja istutuksen jälkeen. Lehtilannoituksella pystytään ehkäisemään puutoksia varsinkin, kun kasvin oma juuristo ei sitä kykene tekemään. esim. maan tiivistymisen yhteydessä, sekä maan pH:n ollessa epäsuotuisa kasvin juuriston avulla tapahtuvalle ravinteiden otolle. (Hasani, Zamani, Savaghebi & Fatahi 2012, 471-480.)

Lehtilannoituksella on rajoitteensa, kuten: Lannoitteen suolat saattavat vahingoittaa kasvia, levitysmäärät ovat rajallisia/pieniä, useat lannoitekerrat ovat tarpeen ja nostavat kustannuksia. Lehtilannoitus ei myöskään aina tehoa, joka usein riippuu olosuhteista ja kasvin kasvuvaiheesta. (Hasani, Zamani, Savaghebi & Fatahi 201, 471-480.)

Lehtilannoitteen tehokkuuteen pystytään vaikuttamaan lannoiteaineen valinnalla, seoksen pH:lla ja muiden kasvinsuojeluaineiden samanaikaisella levityksellä seoksessa. Huomiota pitää myös kiinnittää määriin, ajoitukseen ja siihen, että lehtilannoitus otetaan osaksi suunnittelua ja lannoituskäytäntöä. (Oosterhuis 2009.)

Lehtilannoitteen etuja ovat alhainen kustannus ja niiden nopeus tuoda kasveille käyttökelpoisia ravinteita. Tästä on hyötyä varsinkin mailla, joissa on ongelmia juurten kasvussa ja maan rakenteessa. Lehtilannoitus voi kuitenkin aiheuttaa myös lehtien palamista ja niissä voi olla liukenemisongelmia. Miinuksena voidaan pitää myös sitä, että lannoitusmenetelmällä voidaan lisätä vain pieni määrä ravinteita kerralla. (Oosterhuis 2009.)

Kasvi hyödyntää lehtilannoitetta parhaiten aikaisin aamulla ja myöhään iltapäivällä ja heikoiten keskipäivällä. Veden puute lisää lehden pinnan vahaisuutta ja vähentää täten nestemäisten lannoitteiden imeytymistä. Käytännön ongelmia kuivuuden ja lisääntyneen lehtivahan lisäksi aiheuttavat lannoiteseoksen aiheuttamat palovammat, optimaalinen lannoituksen levityksen ajoitus ja kasvin ikä. Myös sääolosuhteet vaikuttavat imeytymiseen (tuuli, lämpötila ja kosteus), sekä seoksen suolaisuus ja pH ja muut seoksen sisältämät aineet kuten kasvinsuojeluaineet. (Oosterhuis 2009.)

pH vaikuttaa tuotteen liukoisuuteen. Seoksessa jossa pH on neutraali ja vesiliukoisuus alhainen, on rajoittunut määrä ravinteita jotka ovat kasvin saatavilla. Ravinteiden pitää olla vesiliukoisessa muodossa, jotta kasvi voi käyttää niitä. Liuoksen lievä happamuus edesauttaa ravinteiden hyödyntämistä. Tämä on tärkeää, kun halutaan pikainen vaikutus esimerkiksi nopeasti kasvaville kasveille. Lehdenkautta ravinteen imeytyminen on pH riippuvainen. Tämä johtuu lehden pintakalvon monimutkaisesta sähköstaattisesta hylkimis- ja vetovoima-reaktiosta, jota pH säätelee. On todettu, että sinkki imeytyy parhaiten pH:n ollessa 4,1-4,9. Sen lisäksi, että pH on tärkeässä roolissa ravinteiden imeytymisessä orvaskeden läpi, tulee huomioida sen vaikutus

myös lehden pinnalla. Kasvit sietävät yleensä hyvin laajaa pH skaala. Liukoisissa metalli sulfaateissa on esim. taipumus lisätä kasveille myrkyllisiä ominaisuuksia happamissa liuoksissa. Tämä johtuu niiden taipumuksesta hydrolyysiin rikkihapon kanssa. Tutkimuksissa on havaittu, että ruiskutettavan liuoksen tulisi olla pH:ltaan 4-6 välissä. Poikkeuksena liuokset, jotka sisällä pH:ta ruiskutuksen jälkeen laskevia ainesosia, kuten kalkki. Joka ruiskutuksen jälkeen muuntuu neutraaliksi kalsium karbonaatiksi ilman sisältämän hiilidioksidin ansiosta ja aiheuttaa pH laskun. (The importance of ph control in spray solutions 2002.)

Paras teho lehtilannoituksella saadaan, kun kyseessä on nuori lehti tai hedelmä. Sillä pintakalvo paksune kasvin vanhetessa, jolloin ne imevät huomattavasti vähemmän ravinteita. Tosin nuori kasvikuodos on myös herkempi palovioitukselle, johtuen lehtilannoitteiden suolaisuudesta. Tästä johtuu myös se, ettei niitä voida kerralla antaa suuria määriä vaan hyvin laimennettuina pieninä annoksina. Vihannekset ovat kaikin herkimpiä poltteelle. (Ernest 2016.)

3.4 Lehtilannoitus Suomessa ja muualla maailmassa

Vuonna 2016, tuotiin Suomeen myyntiin nestemäisiä peruspeltoviljelyyn tarkoitettuja hivenlannoitevalmisteita viideltä eri valmistajalta Käytännön Maamiehen artikkelin mukaan. (Ylhäinen, 2016, 6-13). Näistä hivenlannoitevalmistajista kolme on globaaleja jättejä ja kaksi pienempää toimijaa. Hivenlehtilannoitetuotteet ovat erilaisia niin ravinteiden määriltä kuin kemialliselta muodoltaan. Valmistustavat eroavat toisistaan ja osassa käytetään tehoa lisääviä apuaineita. Vertailevaa tutkimusta tuotteista ja niiden tehosta ei ole Suomessa tai muualla maailmassa. Pelkkä tuoteseloste ei aseta valmisteita paremmuusjärjestykseen, vaikka ravinteen kemiallinen olomuoto vaikuttaakin ravinteen käytettävyyteen kasvilla. Joillekin kasveille ja ravinteille yksi muoto on parempi kuin toinen. Ravinne voi olla suola, oksidi, nitraatti tai kelaatti. Myös lehtien ravinteiden otossa on yhä selvittämättömiä asioita. Lehtien kautta voidaan antaa vain pieniä määriä ravinteita ja siksi hivenravinteiden antamiseen lehtilannoitus sopii. (Ylhäinen, 2016, 6-13.)

Hivenravinteiden puute on kasvin kasvua rajoittava tekijä koko maailmassa ja arvio on, että noin puolet maailman pelloista kärsii hivenravinnepuutteesta. Kasvava ruuan

tarve maailmassa on lisännyt hivenravinnemarkkinoita viimeisten vuosikymmenien aikana ja nopeinta se on ollut Aasiassa. Monet yritykset valmistavat hivenlannoitteita ja näistä isoin osa on pieniä ja paikallisia. Hivenravinteiden käyttömuotoja ovat; levitetävät jauheet, rakeet, ruiskutettavat nesteet ja siemenen pinnoitus. Levitystapa kytkeytyy alueellisiin viljelymenetelmiin, esim. Keski-Euroopassa nestemäinen hivenlannoite on suosittu, sillä ruiskuttaminen on arkipäivää. Ruiskutus kertoja voi olla jopa neljästä kahdeksaan. Euroopassa eniten puutetta hivenravinteiden suhteen on mangaanilla ja ruiskuttaminen lehdille on paras tapa, sillä se ei ole liukoinen maassa, jos pH on lähellä neutraalia. Sinkin puute on suurin ongelma Aasiassa, Afrikassa ja Etelä-Amerikassa. Amerikassa on myös markkinat rikkakasvien torjuntaan käytetyn glyfosaatin mukana annettavalle mangaanille, sillä sen uskotaan heikentävän mangaanin saatavuutta. Meillä suomessa viljat ruiskutetaan yhdestä kahteen kertaa kasvukauden aikana, joten lehtilannoitusmahdollisuuksia on vähemmän. Tämän vuoksi pyrittäessä yhden ruiskutuskerran taktiikalla antamaan kasvustolle hivenlannoitetta, tulisi se tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Ylhäinen 2016, 6-13.)

Ravinteen puutoksen ollessa paha sato on jo menetetty. Hivenlannoitteilla voidaan paikata vain pieniä puutteita. Mangaaninpuutosoireita ei kannata jäädä odottamaan. Maan pH ollessa korkea, kannattaa mangaania ruiskuttaa mahdollisimman pian, käytännössä rikkakasviruiskutuksen aikaan. Lisälannoitus on suositeltavaa tautiruiskutuksen yhteydessä.

Ruiskutus hivenravinteilla on turhaa, jos ravinteista ei ole pulaa. Sääolot vaikuttavat ruiskutuksen tarpeen arviointiin, esim. kevään ollessa viileä ja vetinen on syytä harkita ruiskutusta. Mangaanin liikkuvuus kasveissa on heikko, joten ruiskutus on syytä uusia viikon välein. (Ylhäinen 2016, 6-13.)

Lähimenneisyydessämme 1970-luvulla hivenlannoitteet olivat vielä veteen sekoitettavia suoloja. Seuraavat vuosikymmenet toivat mukanaan kelaatit ja kompleksiyhdisteet ja tällä hetkellä tutkimuksen alla ovat nanopartikkelit ja niiden käyttö ravinnemolekyylien kuljettajina. Viljelijät suosivat tankkiseoksissa nestemäisiä tuotteita, vaikka yhtä hyvin voidaan valmistaa ja formuloida jauheisia tai rakeisia hivenravinnetuotteita tankkiseoksiin. Osassa tuotteista käytetään samoja apuaineita lisäämään tehoa kuin kasvinsuojeluaineissakin. Nämä auttavat ravinteita kulkeutumaan lehtien vaha-kerroksen läpi ja kasvilla. Apuaineita ovat: kostuttajat (parantaa imeytymistä

vahapintaan), pisaran levittäjät (auttaa nestepisaraa levittäytymään laajalle lehtipinta-alalle), kiinnikkeet (auttaa aineita kiinnittymään lehteen vähentäen huuhtoutumista), sekä humektantteja ja penetrantteja (lisäävät ravinteiden ottoa lehden sisään). Koska lehden pintasolut eivät ota ravinteita aktiivisesti kuten juuret, on ravinteiden imeytyttävä lehden läpi. Ravinteet tulisi saada johtosolukkaan, jossa ne kulkeutuvat kasvin nestevirtauksen mukana koko kasviin. Apuaineet voivat auttaa tai haitata tätä. Tuotteissa voi olla myös vaahtoamisen estoainetta ja puskurointiainetta pH:n säätöön. Mangaanipartikkelien koko on oleellista ravinteiden imeytymisessä sekä ruiskutuksen onnistumisessa. (Ylhäinen 2016, 6-13.)

Korkea pH ja kalsiumin ja fosforin tasot heikentävät monien hivenravinteiden saatavuutta. Yleensä ongelma ratkaistaan lehtilannoituksen avulla, mutta kasvit voivat kuitenkin ottaa ravinteita tehokkaasti myös siemenkäsittelyn kautta. Tämä yleistä varsinkin maissa joissa on pakosti pidettävä tuotantokustannukset alhaisina esim. Pakistanissa, Intiassa, Lähi-Idässä ja Australiassa. Siemenkäsittelyssä saadaan helposti ja kustannustehokkaasti hivenravinteita kasviin. Usein siemenpeittäus tehdään ravinteilla, joiden poistuma sadosta on hyvin pieni. Tällä saadaan katettua suurin osa kasvin kyseisen ravinteiden tarpeesta. Sinkin, mangaanin ja kuparin tarpeesta saadaan esim. katettua suurin osa siemenkäsittelyllä. Lehtilannoitukseen tarkoitetut kelaatit toimivat pinnoituksessa hyvin, mutta usein sulfaatit ovat edullisempia. Siemenkäsittelyn saa tehtyä nestepeittäuslaitteistolla, mutta vaatimukset levitystasaisuudesta ja alhaisista käyttömääristä ovat pienemmät verrattuna torjunta-aineisiin, joten yksinkertaisemmatkin laitteet kelpaavat. Viljaruuviiin liitetty suutin antaa useimmiten riittävän tasaisen levitystuloksen, etenkin jos nestemäärän lisää noin 10-20 litraa tonnia kohden. Toki tämä aiheuttaa jyvien sellaisen kostumisen, että niitä kannattaa seisottaa yön yli ennen kylvökoneeseen lastausta. Kostutettuna siemen säilyy useita päiviä, joten peittäuskäsittelyn voi tehdä noin viikkoa ennen kylvöä. (Mattila 2016, 16-17.)

4 Tutkimustulokset

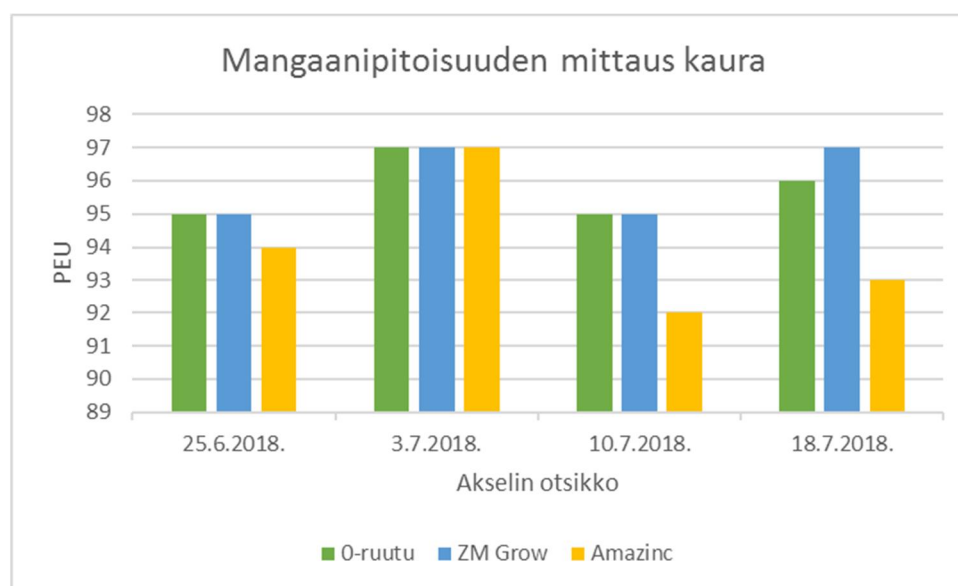
4.1 Lannoitekoe

Lannoitekokeen alat valittiin siten, että ne soveltuvat kokeeseen, eli ne olivat saman tyyppisiä lohkoja, joilla viljavuustutkimuksen mukaan pH oli hyvän ja arveluttavan korkean välillä. Mangaanin suhteen tilanne oli välttävän ja huonon rajoilla. Sinkin tilanne lohkoilla oli viljavuustutkimuksen mukaan tyydyttävän ja hyvän välillä. Lähtötilanne oli siis hyvä ja kevään sääkin oli suotuisa. Kuiva sää vähentää maassa olevien ravinteiden liikkumista kasviin, jolloin lehtilannoituksen hyöty on hyvä. Ennen suunniteltua ruiskutusta lohkoilta mitattiin mangaanipitoisuudet mangaanimittarilla ja tulokset näyttivät puutoksen olevan selkeää, eli alle 89 mangaanipitoisuuksia (PEU (plant efficiency unit) arvo). Ruiskutus ei kuitenkaan onnistunut suunniteltuun ajankohtaan kalustorikon vuoksi. Tämän viivästyksen aikana ehtikin sataa hieman ja kun lohkoille suoritettiin uusintamittaus, mangaanitasot olivat selkeästi nousseet ja puutosta kasveissa ei ollut havaittavissa. Sateen jälkeiset mittaustulokset vaihtelivat kauralla välillä 94-95 ennen käsittelyä, ohralla 87-90 ja nurmella 86-94. Jos lukuja tulkitaan, niin mangaanin puutosta esiintyy yleensä kasveilla siinä vaiheessa, kun mitauslukema näyttää 89 tai alle. Puutokset ovat vähäisiä tai niitä ei ole lainkaan, jos mittarilla saa lukeman 90-94. 95 tai sen yli menevät tulokset osoittavat, ettei puutosta esiinny ollenkaan.

Mikroravinteiden liukoisuuteen vaikuttaa kaikilla maalajeilla maan pH. Kalkitus heikentää mangaanin liukoisuutta ja pH:n ollessa korkea, kasvit kärsivät herkästi mangaanin puutteesta. Tämä johtuu siitä, että mangaani sitoutuu kalkitussa maassa nopeasti niukkaliukoiseen muotoon. Märkyys puolestaan lisää mangaanin liukoisuutta. (Peltonen & Harmonen 2009, 22.)

Kasvilajeittain ongelmia löytyi myös edellä mainitun ruiskutuksen lisäksi. Kauralla kuivuuden vaivaama kasvusto oli stressaantunut ja siinä esiintyi myös kääpiökasvuviroosia kirvoista johtuen. Kirvojen suhteen ei oltu tehty torjuntatoimenpiteitä pyrethroideilla, sillä tilanne oli yllättävä ja ennusteet eivät antaneet aihetta varautua kirvoihin. Koska kaura kasvusto kärsi kääpiökasvuviroosista vertailevaa satoa ei mitattu. Hehtaarisato koko lohkolla oli 2950kg/ha. Lehtilannoitteen ruiskutusajankohta oli

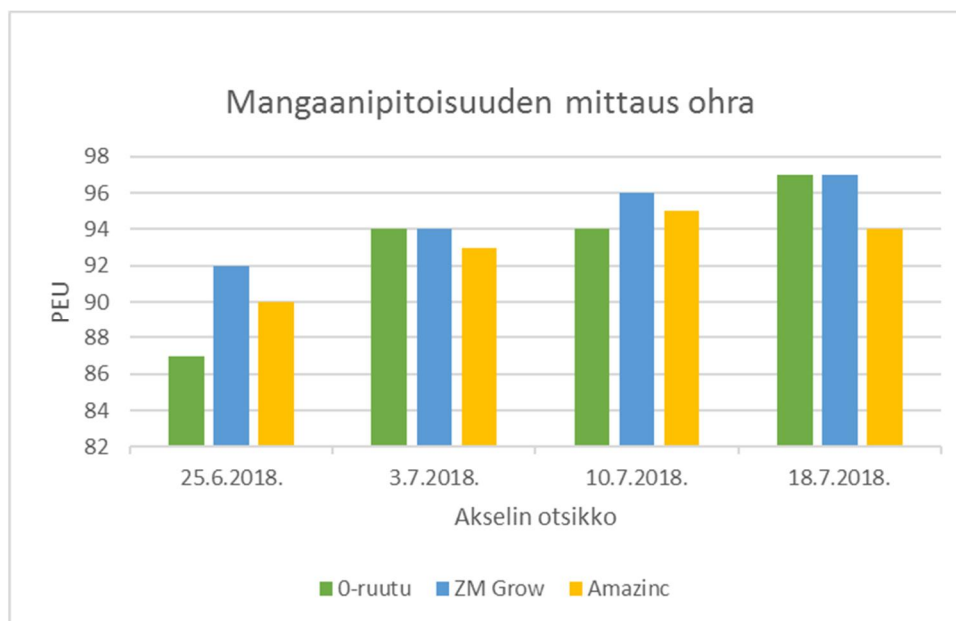
25.6.2018. Mangaanin pitoisuuden mittausta tehtiin ennen ruiskutusta samana päivänä ja kolme kertaa ruiskutuksen jälkeen, eli 3.7, 10.7 ja 18.7. (ks. kuvio 1). Alkutilanteessa käsitelty ja käsittelemätön kasvusto olivat melko samoilla mangaanipitoisuuksilla. Kun ruiskutuksesta oli kulunut pidempi aika Amazinc:llä käsitellyssä kasvustossa oli hieman alhaisemmat mangaanipitoisuudet kuin käsittelemättömällä tai ZM Grow:lla käsitellyllä kasvustolla. Nousua tapahtui kuitenkin myös käsittelemättömässä 0-ruudussa, joten kasveille käyttökelpoista mangaania vapautui myös maasta.



Kuvio 1. Mangaanipitoisuus kaura

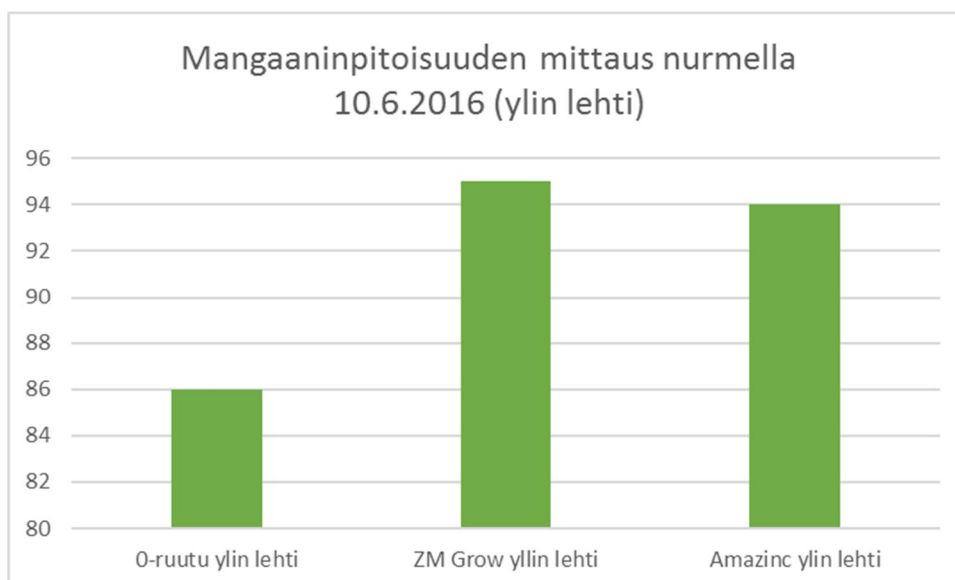
Ohra pärjasi kauraan verrattuna paremmin. Lehtilannoitteen ruiskutusajankohta oli 25.6.2018. Tämä ajankohta oli jo hieman myöhäinen, sillä lippulehti näkyi jo. Oikea ajankohta ruiskutukselle olisi ollut 2-lehtivaihe. Mangaanin pitoisuuden mittausta tehtiin siis ennen ruiskutusta samana päivänä ja kolme kertaa ruiskutuksen jälkeen eli 3.7, 10.7 ja 18.7. (ks. kuvio 2). Ruiskutuksen jälkeen oli selkeästi havaittavissa mangaanipitoisuuden nousua kasvissa. Nousua tapahtui kuitenkin myös käsittelemättömässä 0-ruudussa, joten kasveille käyttökelpoista mangaania vapautui varmasti myös maasta. Suhteessa vähiten mangaanipitoisuutta nosti Amazinc.

Kasvusto oli hieman aaltomainen, todennäköisesti lietteen levityksen aiheuttaminen ajourien tiivistymisen vuoksi. Sadon lisäystä oli kuitenkin käsittelemättömän ja käsiteltyjen alojen välillä, sillä käsitellyiltä saatiin 370 kiloa enemmän satoa. Lehtilannoite ruiskutettiin tankkiseoksena rikkakasviruiskutuksen kanssa ja seos onnistui hyvin myös ZM Grow´n osalta.

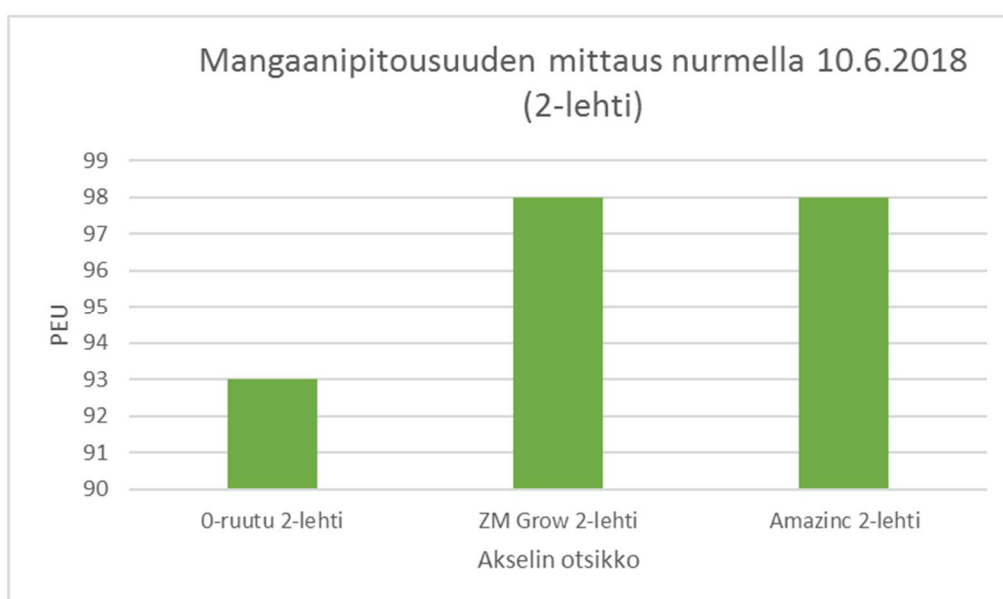


Kuvio 2. Mangaanipitoisuus ohra

Nurmella ruiskutus ei antanut satoon merkittäviä muutoksia, sillä tuestä ja vedestä oli pulaa ja ne suurimpia kasvuun vaikuttavia tekijöitä. Lumihome vaivasi kasvustoa myös keväällä. Näyteruuduilla oli viljeluustutkimuksen mukaan myös kaliumin puutosta. Ruiskutuskäsittely nurmelle tehtiin 31.5.2018 kasvun alettua. Mangaanitason mittaus suoritettiin 10.6.2018. Käsittelemättömässä kasvustossa tasot olivat hieman alhaisempia kuin käsitellyissä, joissa päästiin molemmilla aineilla melko samaan tulokseen. Näyte otettiin sekä ylimmästä lehdestä (ks. kuvio 3) että lehdestä (ks. kuvio 4).



Kuvio 3. Mangaanipitoisuus nurmi (ylin lehti)



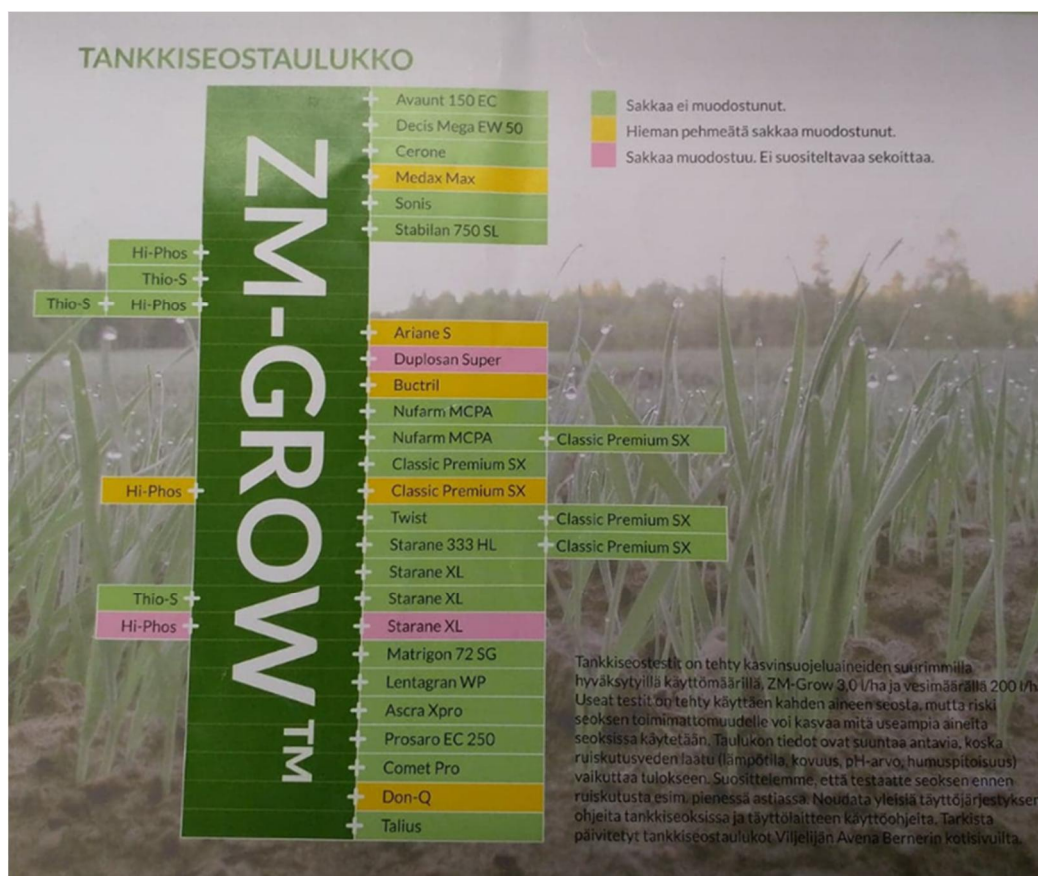
Kuvio 4. Mangaanipitoisuus nurmi (2-lehti)

Nurmilohkoilta otettiin myös tarkemmat rehuanalyysit (liite 2.) ja kivennäis- sekä hi-
venainepitoisuudet (liite 3.). On olemassa hyvän sadon laatukriteerit ja jos niihin ver-
rataan niin sadot ovat sulavuuden eli D-arvon mukaan hyviä. Tavoitearvo liikkuu 680-
700g/kg ka välillä. Käsittelemätön menee tuohon haarukkaan tuloksella 695 g/kg ka.
Käsitellyistä ZM Grow antaa hieman korkeamman luvun 726 g/kg ka, kun Amazincillä

se on 707 g/kg ka. Raakavalkuaista taas käsittelemättömällä lohkolla on hieman vähemmän kuin ihannetilanteessa olisi eli 145 g/kg ka tavoitearvon ollessa 150-170 g/kg ka. Käsitellyissä arvot nousevat korkeammiksi 176-178 g/kg ka eroa tuotteiden välillä ei kuitenkaan oikeastaan ole. Jos tarkastellaan tuloksia mangaanin ja sinkin osalta niin laadukkaassa sadossa mangaania mg/ka ka saisi olla enintään 50 ja tässä tutkimuksessa analyysit osoittavat, että käsittelemättömässä lohossa pitoi-suus oli 16mg/kg ka, kun ZM Grow:lla käsitelty antoi tuloksen 32 ja Amazinc 33 eli hyvin tasaisesti nosti arvoa molemmat tuotteet. Sinkissä tavoitetaso on alle tai maksimissaan 40 mg/kg ka. Tulos käsittelemättömässä oli 32 mg/kg ka, ZM Grow:ssa 40 mg/kg ka, kun Amazincissä tulos nousi yli tavoiterajan 53 mg/kg ka.

4.2 ZM Grow lehtilannoiteena

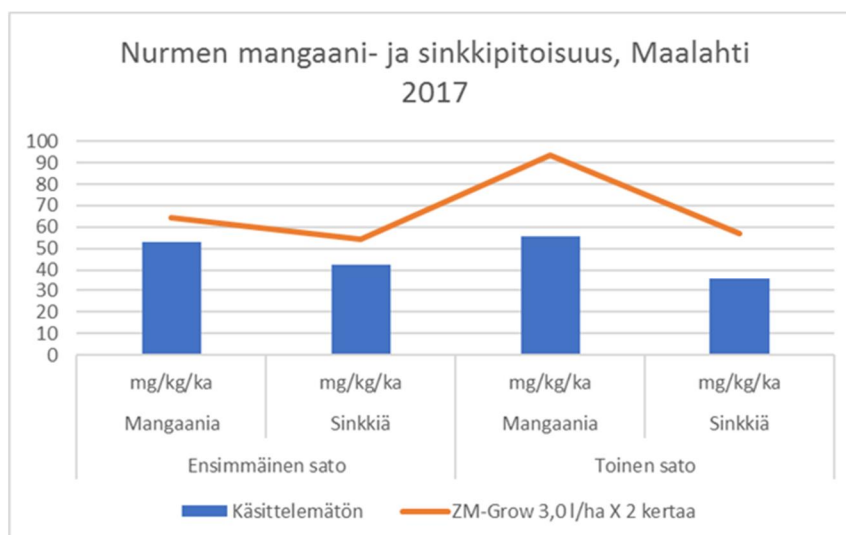
Marinkaisissa kesän 2018 aikana suoritettut lehtilannoitekokeet kokivat vastoinikäymiä varsinkin ruiskutuksen myöhästymisen merkeissä, kun laitteisto rikkoutui. Tästä huolimatta tulokset kertovat sen, että ZM Grow soveltuu hyvin lehtilannoituskäyttöön peltokasveille. Verrokituotteeseen verrattuna hyvin samankaltainen ja kilpailukykyinen. Tracegrow Oy:n tekemissä sekoitettavuus testeissä on todettu, että tuotetta voi käyttää tankkiseoksissa (ks. kuvio 5. Esiteestä ZM-Grow. Kierrätyslannoite viljojen ja nurmien hivenlannoitukseen) ja sillä on hyvä käsiteltävyys, joka tulee siitä, että tuote on hyvin juoksevaa ja sekoittuu hyvin veteen. Vastaavat oksidi ja karbonaattipohjaiset tuotteet ovat vaikeampia käsitellä, koska ne ovat kuin liisteriä ja niitä on vaikea saada purkista ulos. (Joensuu 2018.)



Kuvio 5. ZM Grow tankkiseostaulukko. (Esitteestä ZM-Grow, Kierrätyslannoite viljojen ja nurmien hivenlannoitukseen)

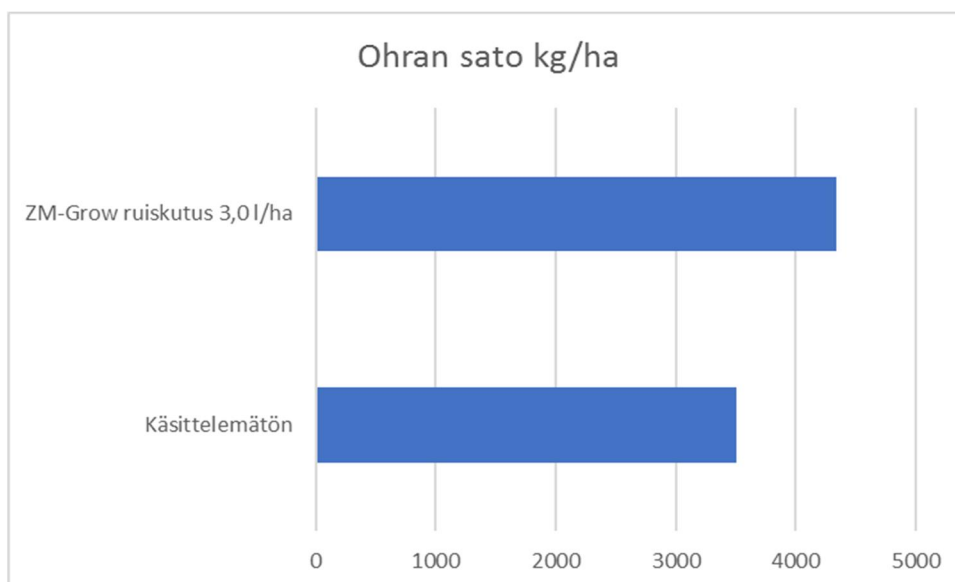
Lehtilannoitus riippuu niin monista tekijöistä, joista lannoituksen ajoitus on ehkä yksi merkittävimmistä tekijöistä. Jonkin verran on olemassa vanhempaa tutkimustulosta ZM Grow'n käytöstä, joten esittelen tässä muutaman tuloksen Berner Oy:n kanssa yhteistyössä tehdyistä kokeista vuodelta 2017 ja maissin osalta vuodelta 2018.

Maalahdessa Vaasassa tutkittiin nurmilohkolla mangaanin ja sinkin pitoisuuden muutosta, kun käsiteltiin lohko kaksi kertaa ZM Grow:lla. Verrattaessa lehtilannoitettua ja lannoittamatonta lohkoa (ks. kuvio 6. Berner Oy:n tekemä kenttäkoe) havaittiin, että lannoitus lisäsi sekä sinkin että mangaanin pitoisuuksia molemmissa korjatuissa sadoissa.

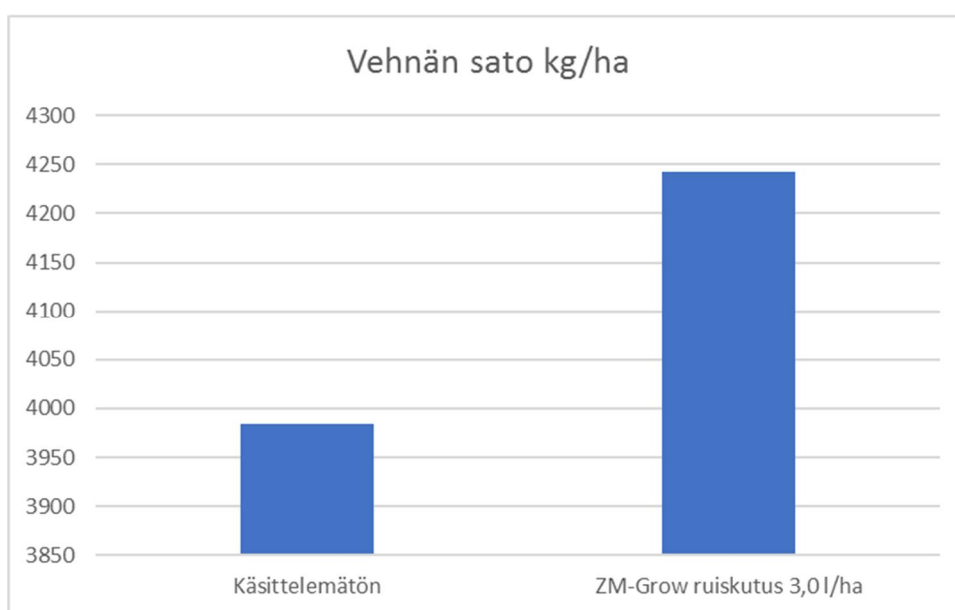


Kuvio 6. Mangaanin- ja sinkin pitoisuus nurmella, Maalahti /Vaasa 2017 (Berner Oy)

Västankvarissa Inkoossa vuonna 2017 tutkittiin myös ohralla ja vehnällä ZM Grow'n yhden ruiskutuksen vaikutusta satoon verrattuna käsitlemättömään kasvustoon. Ruiskutus määrä oli tuolloin 3l/ha ja sadon kasvu yhdellä käsittelyllä ohralla oli 827kg/ha (ks. kuvio 7. Berner Oy:n tekemä kenttäkoe) ja vehnällä 258kg/ha (ks. kuvio 8. Berner Oy:n tekemä kenttäkoe). Tuloksista on havaittavissa, että mangaani lehti-lannoituksen käytöllä on vaikutusta sadon määrään Västkvarnissa suoritetuissa ko-keissa. Tuloksissa suurin vaikutus satoon oli Ohralla.

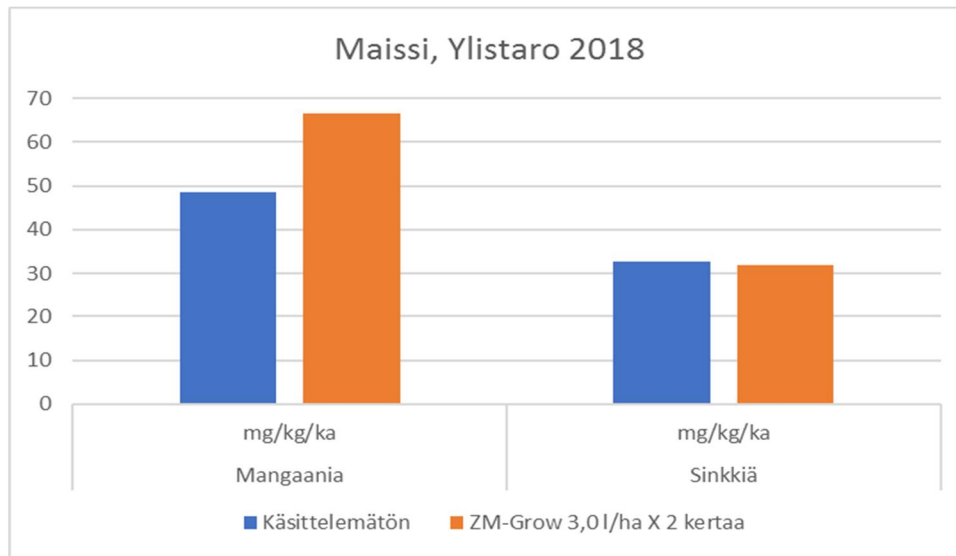


Kuvio 7. Sadon lisäys ohralla Västankvarn (Inkoo) 2017 (Berner Oy)



Kuvio 8. Sadon lisäys vehnällä Västankvarn (Inkoo) 2017 (Berner Oy)

Tänä vuonna (2018) Ylistarossa tehtiin myös lehtilannoitus koe ZM Grow:lla Maisille, joka käsiteltiin ruiskuttamalla kaksi kertaa määrällä 3l/ha. Sadon mangaanin pitoisuudessa oli selkeä ero käsitlemättömän ja käsitellyn lohkon osalla, mutta sinkin pitouuteen ruskutuksella ei ollut vaikutusta (ks. kuvio 9. Berner Oy:n tekemä kenttäkoe).



Kuvio 9. Maissin mangaani- ja sinkkipitoisuus Ylistaro 2018 (Berner Oy)

4.2.1 Sulfaattipohjainen lehtilannoite

Mangaanisulfaatin lisäksi mangaanilehtilannoitteita löytyy muodoissa mangaaninitraatti, mangaanikarbonaatti ja käsiteltyt muodot eli kelaatit. Sulfaattipohjaisuudesta löytyy hyvin vähän vertailevaa tietoa. Yleensä ottaen lannoitteille tehdyt kokeet ja niiden koetulokset vaihtelevat ja vertailevan materiaalin löytäminen on ollut haastavaa. Etsinnöissäni kuitenkin löysin muutamia tutkimuksia ja niihin viittaavia lähteitä, jotka sopivat osioon, jossa vertailen eri lannoitemuotoja toisiinsa. Seuraavassa käyn läpi muutamia näistä.

Hushållnings sällskapet on tehnyt tutkimuksen mangaanin lisäyksestä syysviljoille lisäämään talvehtimisvarmuutta ja satoa mailla, joilla mangaaninpuutos. Tutkimuksen loppuraportissa todetaan, että mangaani on mikroravinne, joka on tärkeä kasveille ja puute syysviljoilla voi johtaa talvituhoihin. Kasveille käyttökelpoisen mangaanin määrä maassa vaihtelee vuosittain ja puute ilmenee helposti ensin mailla joilla korkea pH ja hiekkainen rakenne. Mangaaninlannoituksen syksylevityksen tutkiminen johtui siitä, että se mahdollisesti parantaa viljan talvehtimistä pelloilla joissa mangaanin puutosta esiintyy usein. (Stoltz & Wallehammar 2012.)

Kokeessa lehtilannoitteina käytettiin MnSO_4 , Mantrac Optiflo ja NoroTec Mangaani. kokeita suoritettiin vuosina 2011-2012. Mangaanipitoisuutta mitattiin mangaaninmittauslaitteella NutriNostica, joka antaa PEU arvon. Samalla tehtiin silmämääräinen värinarviointi. (Stoltz & Wallehammar 2012.)

Kokeessa todettiin kaikkien mangaani tuotteiden syksylevityksen parantavan mangaanipitoisuutta kasvissa ja vähentävän talvituhoja syysviljalla. Tulokset vaihtelivat koealueiden välillä. Kokeessa suurimmat vaikutukset mangaanin lisäyksessä talvituhojen vähentämisessä olivat välillä 11 – 27%, riippuen tuotteesta. Tuotteiden paremmuusjärjestys/arvojärjestys paremman talvehtimisen vaikuttavuudessa oli : MnSO_4 > NoroTec Mangan > Mantrac Optiflo. Loppuraportissa todettiin, että lehtilannoitus syksyllä ei riittänyt vastaamaan täydellisesti mangaanin puutteeseen. Satoon suurin vaikutus oli kahdella lisäyksellä MnSO_4 -lla joka oli 12% korkeampi kuin käsittelemättömän. Kahdella lannoituskerralla oli merkittävä ero sadon lisäyksessä verrattuna yhteen. Lannoituksella ei ollut eroja vesipitoisuuteen, tuhan-nen siemen painoon tai proteiinipitoisuuteen. Kaksi viikkoa mangaanikäsittelyn jälkeen syksyllä tulokset näyttivät, että lannoitus nosti mangaanipitoisuutta verrattuna käsittelemättömään. Käsitteilyllä oli koealueittain eroja. Kevään levityksessä eroja ei esiintynyt syksylevityksen tapaan. Kokeissa ei havaittu eri valmisteilla mangaanipitoisuuteen suuria eroja. (Stoltz & Wallehammar 2012.)

Mangaanin lisäys keväällä ei tuottanut tässä kokeessa samanlaista vaikutusta kasvin mangaanipitoisuudelle tai säilyvyydelle. Sadon lisäys oli kuitenkin hieman korkeampi kahdella käsittelyllä, verrattuna vain syyskäsittelyyn. Mangaanimittari voi olla tehokas työkalu arvioitaessa mangaanin lannoitustarvetta. Raportissa todettiin, että tarvitaan lisää tutkimusta mangaanin lehtilannoituksesta ja siemenkäsittelystä, jotta voidaan arvioida, miten parannetaan edelleen kasvien mangaani pitoisuutta, talvehtimistä ja satoa. Koe osoittaa, että mangaanilisällä syksyllä on positiivinen vaikutus talvehtimiseen talviorhalla, kun sen puutosta esiintyy. (Stoltz & Wallehammar 2012.)

Hasanin, Zamanin, Savaghebin & Fatahin julkaisussa sinkin ja mangaanin lehtilannoituksen vaikutus tutkittiin granaattiomenan satoon, hedelmän laatuun ja lehtien hiivenainetasoon. He toivat esille, että yleisimpiä hedelmäpuilla käytettyjä mangaanilannoitteiden kemiallisia muotoja ovat epäorgaaninen MnSO_4 - ja orgaanien ke-laatti. Appelsiini ja omenapuille tehdyissä tutkimuksissa lehtien mangaanipitoisuutta

verrattaessa mangaanisulfaatti todettiin toimivan tehokkaammin kuin mangaanikelaatti, Tutkimus osoittanut, että neljästä liukoisesta mangaanin lähteestä vain mangaani sulfaatti lisäsi johdonmukaisesti Mn pitoisuutta taatelipalmun lehdissä. (Hasani, Zamani, Savaghebi & Fatahi 2012, 471-480.)

Sinkki ja mangaanisulfaatti lehtilannoite yksin tai yhdessä lisäävät merkittävästi hedelmäsatoa appelsiineilla. Tutkimuksessa todettu myös hedelmäsadon ja mehupitoisuuden nousua granaattiomenalla. (Hasani, Zamani, Savaghebi & Fatahi 2012, 471-480.)

Daniel Helenelund toteaa omassa opinnäytetyössään, että mangaanin puutteeseen lannoitusmuotoina ovat maahan sijoitettu lannoite ja lehtilannoite. Maahan sijoituksessa lannoituksessa ongelmana on, että puutosta esiintyy yleensä maissa, joissa korkea pH ja mangaani on muodoltaan sellaista, ettei se ole kasveille käyttökelpoista. (Helenlund 2014, 6.)

Hän kertoo myös, että se miten tehokkaasti kasvi ottaa lehtilannoitteen, riippuu lannoiteaineen molekyylikoosta. Esimerkiksi mangaanikelaatti imeytyy huonommin kuin mangaanisulfaatti tai mangaaninitraatti. Myös toisaalta mangaaninottoa lehtien kautta lisää vesipitoisuuden kasvu. (Helenlund 2014, 6.)

Alexanderin & Hunschen (2016) artikkelissa kerrottiin heidän tekemästään tutkimuksesta. Siinä vertailtiin erilaisten mangaani ja sinkki valmisteiden lehtien kautta tapahtuvan imeytymisen eroja liukoisuuden ja kemiallisten ominaisuuksien suhteen. Koeolot valittiin siten, että varmistettiin mahdollisimman korkea imeytyminen kaikille tuotteille (korkea kosteus prosentti yli 90% ja pitkä imeytymisaika), koetuotteet sisälsivät metallia. Kelaattivalmisteet jotka sisälsivät metallia imeytyivät parhaita lehden pinnan läpi. Kokeissa havaittiin esimerkiksi, että mangaani-ionit imeytyivät huomattavasti paremmin lehden läpi kuin sinkki-ionit, mutta syytä tähän ei osattu määrittellä. Kokeessa todettiin myös, että liukenemattomassa muodossa olevat mangaani- ja sinkkiyhdisteet imeytyivät huonosti lehden pinnan läpi ja ne kristallisoituivat lehden pinnalle. Myös molekyylikooltaan mangaanikarbonaatti on suurempi kuin vastaava ionimuoto ja vaikeuttaa sen imeytymistä. Molekyylikoko ja vesiliukoisuus ovat siis tärkeitä ominaisuuksia mietittäessä aineen tehoa. (Alexander & Hunsche 2016.)

5 Johtopäätökset

Työssäni etsin vastauksia kolmeen pääkysymykseen. Minkälaisia tuotteita tällä hetkellä markkinoilla, eli kartoitetaan olemassa olevat vastaavat tuotteet Suomessa ja ulkomailla ja niiden käyttökohteet. Miten tuotteet eroavat toisistaan, eli vertailen erilaisia hivenlannoitteita olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta. Lopuksi työssäni oli tarkoitus löytää vastaus siihen miten, missä ja miksi Trecegrow Oy:n ZM Grow on parempi kuin kilpailijoiden tuote.

Ensimmäiseksi keräsin tietoa siitä, miten kasvit ottavat ravinteensa ja miten lehtilannoitus soveltuu kasvin ravinteiden tarpeen tyydyttämiseen. Tästä osa-alueesta löytyi hyvin tietoa jo pelkästään olemassa olevasta oppikirjamateriaalista. Myös lehtilannoitusta oli tutkittu ja siitä on varsinkin ulkomaista julkaisuja paljon. Tästä materiaalista kävi jo ilmi se, että kasvit eivät pysty ottamaan lehtien kautta suuria määriä lannoitteita. Lehtilannoitus soveltuu hyvin mikroravinteiden, kuten mangaanin tarpeen tyydyttämiseen, sillä lannoitemäärät ovat pieniä. Meillä Suomessa on puutetta mangaanista ja mangaanipohjaisia lehtilannoitteita käytetään sekä viljan että nurmien lisälannoituksena. Ulkomailla käytetään myös paljon lehtilannoitusta. Mangaani on yksi tärkeistä lehtilannoituksena annettavista hivenravinteista, sillä sen kulkeutuminen maassa on hankalaa varsinkin maan ollessa tiivistynyt tai siinä on korkea pH. Suomessa lehtilannoituskertoja satokaudessa on vähemmän. Ulkomailla pidemmän kasvukauden alueilla lehtilannoituksen ja ruiskutusten käyttö viljelyssä on yleisempää ja levityskertoja kasvukauden aikana on enemmän. Lehtilannoitusta käytetään ulkomailla myös viljoille ja nurmille. Näiden lisäksi se soveltuu hyvin sitrushedelmille ja muille hedelmäkasveille.

Teknisesti lehtilannoituksen toteuttaminen on haastavaa, sillä siihen vaikuttavat monet tekijät, kuten sääolot, liuoksen ominaisuudet, ruiskutuksen ajoitus jne. Nämä tekijät varsinkin vertailevissa kokeissa näyttelivät suurta roolia ja vaikuttivat suoraan koetuloksiin. Tämä myös vaikuttaa siihen, miten saa luotettavaa vertailukelpoista tietoa opinnäytetyötä varten. Pyrinikin varmistamaan luotettavuutta sillä, että hain joukosta tutkimuksia, joita oli tehty useampana vuotena, jolloin niissä oli vertailukelpoista tietoa. Toisaalta oli myös tutkimusta, jossa olosihteet oli luotu siten, että ulkoisilla tekijöillä ei ollut vaikutusta itse tulokseen.

Tärkeää on myös se, että lannoitus suunnitellaan huolella ja suunnittelussa käytetään voimassa olevi maa-analyysejä ja muita mittausvälineitä, kuten mangaanimittaria. Kuten Marinkaisissa tehdyssä lannoitekokeessa saatiin todeta, mangaanipitoisuuteen voi tulla muutoksia ihan muutamissa päivissä. Viime kesän kuivuuden vaivaama kasvusto sai sadetta ja se vaikutti kasveille käyttökelpoiseen mangaaniin maassa, jolloin ennen sadetta havaitut puutteet olivat poissa. Tällöin normaali tilanteessa ei oli ollut syytä ruiskuttaa lehtilannoitetta, koska mittaukset osoittivat puutoksen hävinneen.

Kun tämän pohjalta lähdin etsimään vertailevaa tietoa erilaisista lehtilannoitteista joissa mangaani on eri muodoissa esim. sulfaatti, kelaatti, karbonaatti jne. oli se haastavaa, jo pelkästään siksi, että sitä on vähän. Kenttäkokeissa saaduissa tuloksissa oli myös paljon sääoloihin ja teknisiin tekijöihin, kuten oikeaan ruiskutusaikaan ym. vaikuttavia tekijöitä. Se mikä kuitenkin tuli esiin oli, että sulfaattipohjainen mangaanilehtilannoite ei vertailussa ole mitenkään huonompi vaihtoehto ja useammassa kokeessa sen todettiin parhaiten vaikuttavan sadon määrään. Myös aineen sisältämä metalli koettiin hyvänä tekijänä aineen imeytymisessä, kuten myös molekyylikoko ja vesiliukoisuus.

Tekemässämme kenttäkokeessa halusimme myös selvittää ZM Grow lehtilannoitteen ominaisuuksia verrokkituotteeseen Yaran Amazinc lehtilannoitteeseen. Verrokkituote valittiin sen pohjalta, että sitä käytetään meillä suomessa yleisesti mangaanin lisälannoitukseen. Sääolot kuitenkin aiheuttivat kokeen onnistumiselle omat haasteensa ja tuloksia ei saatu niin kattavasti kuin aluksi oltiin suunniteltu. Kuivuus vaivasi kasvustoja ja sadot jäivät yleisesti pieniksi. Pienen sateen aiheuttama mangaanin vapautuminen maasta aiheutti sen, että lohkoilla ei ollut varsinaista mangaanin puutetta, eikä tarvetta mangaanilannoitukselle. Kuitenkin ohrasato oli 370 kiloa enemmän hehtaarilla käsitellyillä koealoilla kuin käsittelemättömällä, joten jonkin laista vaikutusta, sillä todennäköisesti oli. Nurmikokeessa havaittiin myös käsiteltyjen alojen hyötynneen lehtilannoituksesta, sillä rehun laatu ruokinnallisesti tarkasteltuna oli parempi. ZM Grow-lehtilannoitteen ja verrokkiaineen välistä vertailua ei kuitenkaan voitu tehdä, kuten alkuperäinen ajatus oli. Tämä johtui kasvukauden sääolosuhteista ja muista kasvin kasvuun sitä kautta vaikuttaneista tekijöistä. Sen verran voidaan todeta sen, että verrokkituotteen kanssa ZM Grow oli hyvin samalla tasolla ja itse tuotteenä käsiteltävyys ja käyttö olivat hyvällä tasolla.

Koska ZM Grow soveltuu hyvin käyttötarkoitukseensa lehtilannoitteeksi ja sen käytössä itsessään ei ole teknisesti ongelmia, on mielestäni se tuotteena hyvä. Missä ZM Grow erottuu muista vastaavista tuotteista, on sen ekologisuus. Se on valmistettu täysin kierrätysmateriaalista, eli alkaliparistoista. Tuote itsessään on käynyt pitkän prosessin läpi, jotta se on muuttunut vaarallisesta jätteestä lannoitevalmisteeiksi, jota voidaan käyttää myös luomutuotannossa. Se on myös kotimainen tuote ja kehitetty Suomessa. Sen valmistus ei tuhlaa neitseellisiä luonnonvaroja, jotka ehtyvät päivä päivältä.

Selkeästi ZM Grow on tuotteena hyvin kilpailukykyinen, eikä eroa käsiteltävyydeltään kilpailevista tuotteista ja sulfaattipohjaisena valmisteenä soveltuu hyvin lehtilannoitekäyttöön. Sen sekoitettavuus on hyvä. Mangaanin ja sinkin on myös todettu metallipohjaisina mikroravinteina olevan tehokkaita lehtilannoituksessa ja ne olisi hyvä antaa sulfaattipohjaisina. Lannoitekokeissa on myös osoittanut, että sulfaattipohjainen tuote on lisännyt satoa muita tuotteita enemmän.

Jatkossa olisi hyvä vahvistaa tätä tekijää ja vahvistaa tuotteen mielikuvaa positiivisesti. Alkaliparisto itsessään on aina ollut ongelmajäte jota nykyään kutsutaan vaaralliseksi jätteeksi. Tämä mielikuva lannoitteen raaka-aineena saattaa olla vaikea muuttaa positiiviseksi hetkessä, mutta siihen varmasit löytyvät oikeat tavat ja kanavat. Niitä on syytä pohtia ja ehkä yksi vaihtoehto on tuoda esiin maanviljelijöitä, jotka käyttävät tuotetta. Ehdottomasti tulee myös tehdä jatkossakin lannoitekokeita, jotta saadaan meidän olosuhteissa suoritetuista kokeista parempia tuloksia ja vertailukelpoisia vuosia. Pidemmän aikavälin kokeet tuovat myös enemmän luotettavan pohjan tuloksille ja sitä kautta mahdolliselle tuotteen kehittelylle, lisäksi kokeissa voidaan tutkia kasvien sisältämiä haittaainepitoisuuksia, jotta mielikuvaa vaarallisesta jätteestä voitaisiin vähentää.

6 Pohdinta

Tehtävän annossa haluttiin vertailla markkinoilla olevia tuotteita, löytää tutkimalleni tuotteelle oikeat käyttökohteet ja löytää ne ZM Grow-lehtilannoitteen ominaisuudet, jotka erottavat sen kilpailijoista. Lehtilannoitus on moniosainen kokonaisuus, jonka onnistuminen riippuu monista tekijöistä esim. sääoloista ja seokseen ominaisuuksista. Työssäni olen koonnut yhteen kokonaisuuden, joka lähtee ihan kasvien ravinteiden otosta ja lehtilannoituksesta menetelmänä päätyen tutkimaani tuotetta ja sen ominaisuuksia sekä sen vertailuun muihin tuotteisiin niin olemassa olevan tiedon kuin lannoitekokeilla saatujen tietojen pohjalta. Tiedon hankinta ja kokoaminen olivat ajoittain haastavia, sillä valmista olemassa olevaa vertailevaa tietoa ei ollut kovin paljon ja sen löytäminen oli välillä työlästä. Kenttäkokeiden tulokset vaihtelivat suuresti riippuen olosuhteista.

Lehtilannoitus ei meillä Suomessa ole vielä niin yleistä, kuin esim. Euroopassa. Harvoin meillä ruiskutuksia suoritetaan useampia kertoja kasvukauden aikana, kun Keski-Euroopassa kertoja saattaa olla jopa kahdeksan. Tämän vuoksi ZM Grow:lla on maamme suuremmat markkinat ja uskon, että kilpailukykyisenä tuotteena sillä on mahdollisuus pärjätä maailmanmarkkinoilla.

Tuotteen ominaisuudet ovatkin kunnossa, mutta miten se erottuu muista. Kysymys kuuluukin, minkälainen merkitys ns. ongelmajätteestä valmistetulla lannoitteella on kiertotalouslannoitteiden kehityksessä tulevaisuudessa? Voiko siitä tehdä vahvuuden ja kehittää tuoteperheen sen ympärille?

Tracegrow'n kehittämä ratkaisu eroaa kilpailijoiden tuotteista siinä, että hivenaineita ei louhita maaperästä, vaan ne erotetaan kemiallisesti alkaliparistojätteestä. Tavoitteena on jättää ympäristöön entistä pienempi jalanjälki. (Ekholm N.d.)

Elinkeinoelämän keskusliiton sivuilta löytyy määritelmä kiertotaloudelle. EK:n mukaan kiertotalouden keskeisenä ajatuksena on, että raaka-aineet ja materiaalit pysyvät pitkään talouden käytössä, materiaalien arvo säilyy ja haittavaikutukset ympäristölle vähenevät. Kiertotalouden visiossa jätettä ei enää synny, kun ylijäämämateriaalit ovat raaka-ainetta muille ja tuotteet suunnitellaan käytettäväksi yhä uudelleen. (Kiertotalous – uutta kestäväää talouskasvua 2008.)

Maapallon kasvava väestö ja ehtyvät luonnonvarat haastavat globaalisti meitä ruokatuotannon turvaamisessa luonnonvaroja kestävästi hyödyntäen. Samalla se on myös mahdollisuus uuteen liiketoimintaan. Ruokatuotannon tehokkuuteen vaikuttavat sekä raaka-aineiden ja tuotantotapojen valinnat, että prosessoinnissa ja jakelussa syntyvä hävikki ja resurssien käyttö. (Poutanen, Nordlund, Paasi, Vehmas & Åkerman 2015, 8.)

Tracegrow Oy:n tuote ottaa haasteen vastaan kierrättäessään vaaralliseksi jätteeksi luokiteltua alkalimustaamassaa. Murskauksen ja erottelun seurauksena syntyvä jätkeprosessiin kelpaamaton jäte voidaan myös kierrättää energiaksi. Jätteestä kuoriutuu lannoite, joka sisältää mangaania ja sinkkiä joista on maailmanlaajuisesti viljelysmailla puutetta. Tällä tuotteella pystytään edistämään kestävämpää lannoitetuotantoa ja luomaan polkua muille innovaatioille, jotka tulevaisuudessa tulevat säästämään luontoa. Samalla luoden työpaikkoja ja liiketoimintaa meille ja muualle maailmaan.

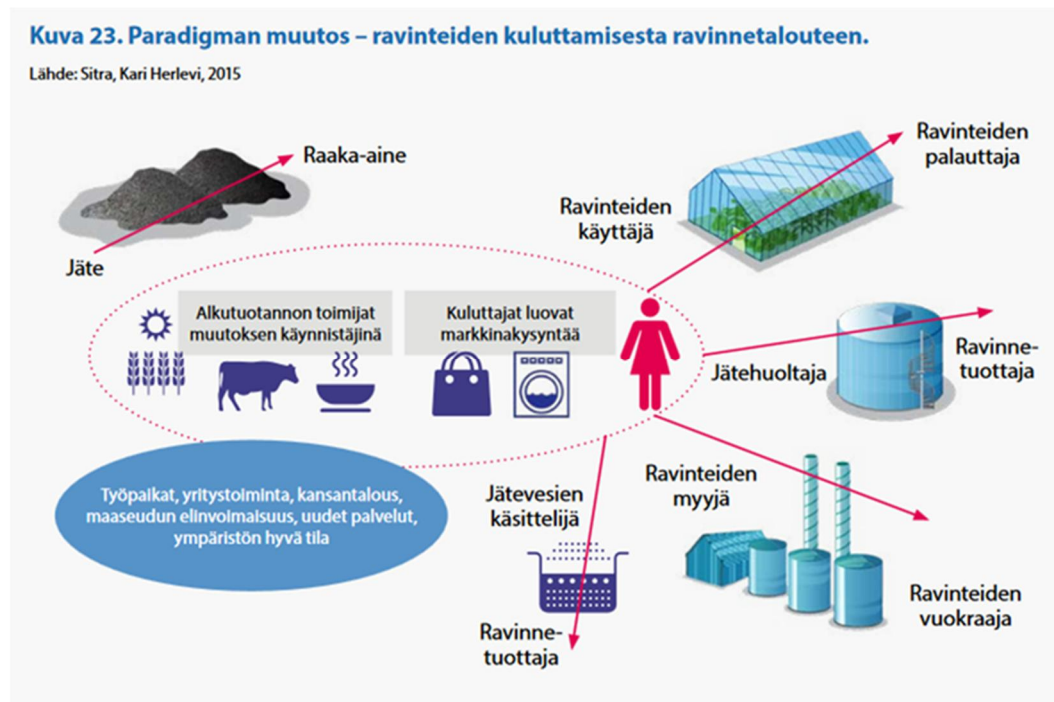
Ruuantuotannon toimintaympäristön tämän hetkinen murrostila avaa tällaisille innovaatiotuotteille uusia ansaintamahdollisuuksia ja se myös pakottaa ruokatuotannon uudistumiseen. Ruoka saatetaan pelkän ravinnon sijaan nähdä laajemmin hyvinvointipalveluna. Kestävästi ja eettisesti tuotettu ruoka kiinnostaa kuluttajia yhä enemmän. Globaalien ajurien myötä tuotantovarmuuden ja ruuan turvallisuuden merkitys tulee kasvamaan ja myös sen viestiminen kuluttajarajapinnassa korostumaan (Poutanen, Nordlund, Paasi, Vehmas & Åkerman 2015, 10.)

Joillain ravinteisiin liittyvillä ratkaisuilla voi olla vaikutusta myös riskien hallintaan. Näistä esimerkkeinä on nostettu esille ruokaturva sekä tulvariskit. Suomen ruokaturva koostuu maatalouden omavaraisuusasteesta sekä maatalouden tarvitsemista tuontipanoksista, kuten lannoitteista, polttoaineista, rehuvalkuaisesta ja työkoneista. Energiatuotteet ovat yhteenlaskettuna suurin tuontituoteryhmä. (Aho, Pursula, Saario, Miller, Kumpulainen, Päällysaho, Kontiokari, Autio, Hillgren & Descombes 2015, 36.)

Suomessa ei tällä hetkellä ole vielä kovin suurta omavaraisuusastetta lannoitteilla. Tämä hivenlannoite valmistetaan täysin Suomessa ja se toimii esimerkkinä ja edelläkävijänä myös tällä sektorilla. Tämän tuotteen ympärille voidaan luoda tuoteperhe

ja kehittää myös uusia innovatiivisia tuotteita täysin olemassa olevaan kierrätysmateriaaliin pohjautuen. Tämä edesauttaa ruoantuotannon riskienhallinnointia ja luo vahvan jalansijan yrityksen tulevaisuudelle lannoitealalla.

Kuviossa 10. on kuvattu sitä paradigman muutosta, jota ravinnetalouteen siirtyminen vaatii (ks. kuvio 10. Herlevi, Sitra. 2015). Tämän muutoksen seurauksena esimerkiksi jätteestä tulee raaka-ainetta, jätehuoltajasta ravinnetuottaja tai ravinteiden myyjästä niiden vuokraaja. Muutoksen vauhti riippuu markkinoiden lisäksi esimerkiksi sääntelystä ja teknologian kehityksestä, mutta ennen kaikkea asenteista. (Aho, Pursula, Saario, Miller, Kumpulainen, Päällysaho, Kontiokari, Autio, Hillgren & Descombes 2015, 38.)



Kuvio 10. Paradigman muutos - ravinteiden kuluttamisesta ravinnetalouteen (Herlevi, Sitra. 2015)

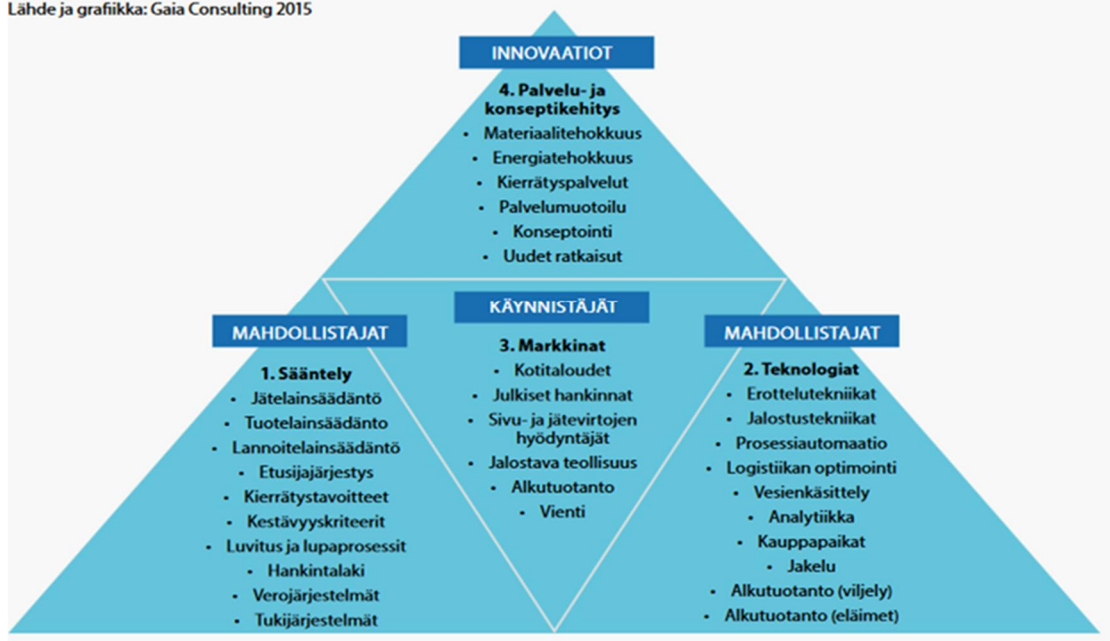
Muutoksen kannalta suuri merkitys on alkutuotannolla ja kuluttajalla. Alkutuotannon tulisi kyseenalaistaa totuttuja ja perinteisiä ravinteiden käyttötottumuksia ja kokeilla esimerkiksi uusia rehukasveja. (Aho, Pursula, Saario, Miller, Kumpulainen, Päällysaho, Kontiokari, Autio, Hillgren & Descombes 2015, 38.)

Säätely-ympäristö luo epävarmuutta niin maatalouteen kuin yritystoimintaan. Ympäristölainsäädännön koetaan hankaloittavan ravinteiden kierrätystä ja ravinnepitoisten massojen lannoituskäytölle on tiukkoja vaatimuksia, jotta voidaan olla varmoja niiden turvallisuudesta lannoitekäytössä. Riskinarvioinnille on perusteita, mutta kyse on myös siitä, että tarkastellaan vain tiettyä arvoketjun osaa. Siitä huolimatta, että kierrätysravinne olisi koko valmistusketjun kannalta kestävämpi, tasa-laatuinen teollinen ravinne voi olla käytettynä matalariskisempi. (Aho, Pursula, Saario, Miller, Kumpulainen, Päällysaho, Kontiokari, Autio, Hillgren & Descombes 2015, 40.)

Kun tuotetaan jätteestä lannoitetta, vaikuttaa sen kehittämiseen suuresti lait ja asetukset. Ja pelkästään se, että saadaan sen jäte status muutettua lannoitteeksi, vaatii nykyisien säädösten kanssa jopa vuosien työn. Onko nykyinen lainsäädäntö jopa uusien innovaatioita rajoittava tekijä, uskon näin. Ei ole kannattavaa liiketoimintaa, odottaa vastauksia ja tehdä selvityksiä. Tähän tarvitaan todellakin muutos, jos haluamme, että tulevaisuudessa saamme näitä innovaatioita myös toteutumaan käytännössä.

Kuva 25. Näkökulmia ravinnekiertoa edistävään muutokseen.

Lähde ja grafiikka: Gaia Consulting 2015



Kuvio 11. Näkökulmia ravinnekiertoa edistävään muutokseen (Gaia Consulting. 2015)

Monien ravinnekierron ratkaisujen toteuttaminen liittyy fyysisten, konkreettisten massojen logistiikkaan ja jalostamiseen (ks. kuvio 11. Gaia Consulting. 2015). Millä toimenpiteillä ja edellytyksillä luodaan parempia mahdollisuuksia käytännön kokeilukulttuurille. Sääntelyn tulee mahdollistaa koeluontoinen toiminta ja testaaminen eri mittaluokissa. Yhdis-tämällä toimintojen sijoittamiseen tehokasta valvontaa, viranomaisten yhteistyötä ja parantuneen teknologian mahdollistamaa mittaamista, voidaan eri puolille maata luoda turvallisia kokeilualueita. (Aho, Pursula, Saario, Miller, Kumpulainen, Päällysaho, Kontiokari, Autio, Hillgren & Descombes 2015, 42.)

Miten pääsemme edellä mainittuun tilanteeseen tai pikemminkin tavoitetilään, jossa kaikki toimijat pelaisivat yhteistä peliä samaan tavoitteeseen pyrkien? Suomessa sen vois ajatella olevan helpompaa kuin monessa muussa maassa, sillä olemme korkeasti koulutettuja, isänmaallisia ja välitämme luonnostamme. Tarvitsemme vain sysäyksen ylimmältä johdolta, joka luo tavoitetilan.

Voisiko vankempi valtion ohjaus kiertotalouden ja uusien innovaatioiden luomisessa luoda Suomesta sen biotalouden onnelan, joka työllistää ja luo elinvoimaa koko maa-

Biotalouden onnena syntyy, kun maaseudun luonnonvarojen arvo lisääntyy markkina-voimien vaikutuksesta, politiikkatoimilla edistetään niiden käyttöä ja käyttö on taloudellisesti, ympäristöllisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä. Luonnonvarat ovat aineellisen hyvinvoinnin perusta ja politiikkatoimijoilla on halua ja kykyä edistää niiden kestävä ja hajautettua hyödyntämistä. Tulevaisuus edellyttää maaseudun toimijoilta liiketoiminnan kattavaa haltuunottoa omistajuuden, osaamisen, yrittäjyyden ja uudistumiskyvyn kautta. Tulevaisuus johtaa siihen, että luonnonvarat ja niihin liittyvän liiketoiminnan omistavilla maaseudun toimijoilla on työtä, toimeentuloa ja tasatarvoista osallisuutta yhteiskunnassa. Elinvoimaiset ja alueiden aitoa erilaisuutta heijastavat paikallistaloudet ja –yhteisöt kukoistavat. Yhteiskunta saa nauttia hyvästä huoltokyvystä kasvavan epävarmuuden maailmassa. (Kuhmonen & Kuhmonen 2014, 61.)

Edellinen kappale maalaa minulle mieleisen mielikuvan tulevaisuudesta ja mihin haluan pyrkiä omalla toiminnallani. Opinnäytetyötäni varten tutkimani kiertotalouslannoite on avannut silmäni ja olen myös kohdannut käsitteen jäte ja paristo, aiheuttamat negatiiviset mielikuvat. Se, että tuotteet, jotka valmistetaan ihmisravinnoksi tai joilla tuotetaan ihmisravintoa, halutaan mieltää puhtaiksi. Tämäkään hivenlannoitevalmiste ei ole mitenkään vastaavaa luonnosta louhittua ravinnetta vaarallisempi tai huonompi, mutta sen valmistusmateriaali luo siitä ikävän mielikuvan. Miten se mielikuva muutetaan ja kasvatetaan ihmisten tietoutta, onkin varmasti tämän tuotteen ja monien vastaavien tuotteiden tuleva haaste. Jos se voitetaan, tulee näistä tuotteista maailman valloittajia ja pelastajia.

Lähteet

- A. 1272/2008. Euroopan Unionin (EU) CLP-asetus. Viitattu 11.12.2018. <https://eur-lex.europa.eu>, ajankohtainen lainsäädäntö.
- A. 2003/2003. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) lannoitteista. Viitattu 11.12.2018. <https://publications.europa.eu/fi/publication-detail/-/publication/bd6b4d53-bae1-443a-8824-3761c92cabc4/language-fi>, ajankohtainen lainsäädäntö.
- Aho, M., Pursula, T., Saario, M., Miller, T., Kumpulainen, A., Päällysaho, M., Kontiokari, V., Autio, M., Hillgren, A. & Laura Descombes, L. 2015. Ravinteiden kierron taloudellinen arvo ja mahdollisuudet Suomelle. Sitran selvityksiä 99. Helsinki: Multiprint Oy.
- Alexander, A. & Hunsche, M. 2016. Influence of Formulation on the Cuticular Penetration and Spray Deposit Properties of Magnese and Zinc Foliar Fertilizers. Viitattu 26.9.2018. <https://www.mdpi.com/2073-4395/6/3/39/htm>
- Berner Oy, ViljelijäBerner. Kauralle hyvä startti hivenravinnepeittauksella. 2018. Artikkelin Farmit Website Oy www-sivuilla 22.4.2018 Viitattu 30.4.2018 <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2018/04/22/kauralle-hyva-startti-hivenravinnepeittauksella>
- Berner Oy. Viljelijän Berner tuo markkinoille mittarin mangaanin puutoksen mittaamiseen. 2017. Artikkelin Berner Oy www-sivuilla 19.6.2018 Viitattu 30.4.2018 <https://www.berner.fi/2017/06/viljelijan-berner-tuo-markkinoille-mittarin-mangaanin-puutoksen-mittaamiseen/>
- D. 2008/98/EY. Euroopan Unionin (EU) jätedirektiivi. Viitattu 11.12.2018. <https://publications.europa.eu/fi>, alkuperäinen lainsäädäntö.
- Ekholm, V. Kohti maailmanvalloitusta. N.d. Viitattu 26.11.2018 <https://newspool.fi/kiertotalous/kohti-maailmanvalloitusta/>
- Elinkeinoelämän keskusliitto. Kiertotalous – uutta kestävää talouskasvua. Viitattu 20.11.2018 <https://ek.fi/mita-teemme/eu-asiat/kiertotaloutta/>
- Ernest, E. Foliar fertilization of vegetable crops. 2016. Artikkelin University of Delavaren www-sivuilla 4.3.2016. Viitattu 21.11.2018 <https://extension.udel.edu/weeklycropupdate/?p=8837>
- Hasani, M., Zamani, Z., Savaghebi, G. & Fatahi, R. 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of soil science and plant nutrition, 2012, 12, 3, 471-480.
- Heinonen, R. ym. 2001. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY.
- Helenelund, D. 2014. Bladgödsling med mangan vid högt mark pH. Opinnäytetyö, AMK. Novia yrkeshögskolan, utbildningsprogrammet för landbruksnäringarna och landskapsplanering. viitattu 13.11.2018. <https://www.theseus.fi/handle/10024/76658>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Lajitteluohjeet. Vaarallinen jäte. Viitattu 10.12.2018

<https://www.hsy.fi/fi/asukkaalle/lajittelujaikierattys/lajitteluohjeet/vaarallinenjate/Sivut/default.aspx>

Joensuu, M. 2018. Operatiivinen johtaja. Tracegrow Oy. Laatiman materiaalin pohjalta 31.10.2018.

Jyväskylän Ammattikorkeakoulu. Työelämän tutkiva kehittämistoiminta. Mitä tutkiva kehittämistoiminta on? Viitattu 3.4.2018. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/tyoelaman-tutkiva-kehittamistoiminta/>

Jyväskylän yliopisto, Koppa teitokanta. Laadullinen tutkimus Viitattu 3.4.2018. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Kiiski, H. 2016. Sinkin maailmanlaajuinen puute. Käytännön Maamies, 2016, 4, 15.

Kuhmonen, T. & Kuhmonen, I. 2014. Maaseudun alueidenkäytön tulevaisuuskuvat. Tulevaisuuden tutkimuskeskus TUTU-julkaisuja. Turku: Hansaprint Oy.

L 539/2006. Lannoitevalmistelaki. viitattu 11.12.2018 <https://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 646/2011. Suomen jätelaki. viitattu 11.12.2018 <https://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

A MMMa 24/11 Maa- ja metsätalousministeriön lannoitevalmisteista annettu asetus. <https://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

Mattila, T. 2016. Hivenet siemenen pintaan. Käytännön Maamies, 2016, 4, 16-17.

Mattila, T. 2017. Kasvinesteanalyysistä apua ravinteiden hallintaan. Käytännön Maamies, 2017, 2, 26-28.

Oosterhuis, D. Foliar fertilization: Mechanisms and magnitude of nutrient uptake. 2009. Artikkelin ladattu Researchgate www-sivuille 2.6.2015. Viitattu 20.8.2018 https://www.researchgate.net/publication/266493471_FOLIAR_FERTILIZATION_MECHANISMS_AND_MAGNITUDE_OF_NUTRIENT_UPTAKE

Peltonen, J. ja Harmonen, T. 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria Keskusten Liitto.

Poutanen, K., Nordlund, E., Paasi, J., Vehmas, K. & Åkerman, M. 2017. Elintarviketalous 4.0. VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen. VTT Visions 9. Helsinki: Juvenes Print.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1907/2006, annettu 18 päivänä joulukuuta 2006, kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH) <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/eb527317-d6ed-4b43-afdc-f1f927232d71/language-fi>

Stoltz, E. & Wallehammar, A-C. 2012. Mangantillförsel i höstkorn ökar övervintring och skörd på jordar med manganbrist. Slutrapport till projekt H102-0003-SVX. Hushållnings sällskapet.

The importance of ph control in spray solutions. 2002. A & L Canada Laboratories, fact Sheet No.61. Viitattu 17.8.2018

<https://www.researchgate.net/.../Importance+of+pH+Control+in+Spray.pdf>

Tracegrow Oy toteuttaa suunnatun osakeannin – lisää resursseja ainutlaatuisen cleantech-innovaation vientiin maailmalle. 2018. Uutinen Viestintätoimisto Manifeston www-sivuilla 26.9.2018. Viitattu 19.11.2018.

http://news.cision.com/fi/viestintatoimisto-manifesto/r/tracegrow-oy-toteuttaa-suunnatun-osakeannin---lisaa-resursseja-ainutlaatuisen-cleantech-innovaation-_c2628328

Ylhäinen, A. 2016 . Vertailussa entistäkin hienostuneemmat Hivenalnoitteet. Käytännön Maamies, 2016, 4, 6-13.

Ympäristöministeriö muistio. Jätelain eräiden säännösten tulkintalinjauksia. Viitattu 11.12.2018. <https://docplayer.fi/1136077-Jatelain-eraiden-saannosten-tulkintalinjauksia.html>

Liitteet

Liite 1. Koesuunnitelma excel-taulukko

Koesuunnitelma **Päivämäärä:** 30.5.2018

Kokeen tarkoitus: Tarkoituksena on vertailla, ZM-Grow:ta, AMAZINC:a ja ilman ruiskutusta viljeltävää satoa sen eri vaiheissa

Perustiedot	
Viljelty kasvi:	Ohra
Lajike:	Alvari
Alue:	Paskalampi
Kartta ruiskutuksista:	Liitteenä
Peruslannoite (NPK):	Befert can 27 (N)
Sademäärän mittaus:	Järjestetty paikan päälle, tulokset liitteenä
Maaperän laatu:	Maaperän laatu mitattu, tulokset liitteenä
Käytetty ruiskuseos:	ZM-Grow tai AMAZINC tai ilman, kasvinsuojeluaine X, veden määrä 200 l/ha

Siementen peittäys:	
Lämpösumma:	Tulokset liitteenä

Suoritettut kokeet:	Nolla ruutu	ZM-Grow	AMAZINC
Annostelu	Ei ruiskutusta	2,5 l/ha	1,5 l/ha
Ruiskutuksen 1. pvm.	xx.xx.2018	xx.xx.2018	xx.xx.2018
Kasvinlehtivaihe:			
Ruiskutuksen 2. pvm.	xx.xx.2018	xx.xx.2018	xx.xx.2018
Kasvinlehtivaihe:			

Näyte 1	Mangaani mittaus		
Näytteiden otto:	1 vko ruiskutuksesta	1 vko ruiskutuksesta	1 vko ruiskutuksesta
Näytteenotto pvm.			
Näytteen ottaja:			
Näytteiden määrä:	5	5	5
Tulosten keskiarvo:	90		
Muut tiedot:	Näytteet otettu Mn-Mittarilla		
Näyte 2	Otettu viisi näytettä ja toimitettu seilabiin		
Näytteiden otto:	1 vko ruiskutuksesta	1 vko ruiskutuksesta	1 vko ruiskutuksesta

Näytteenotto pvm.			
Näytteen ottaja:			
Näytteiden määrä:	5	5	5
Tulosten keskiarvo:			
Muut tiedot:			

	Nolla ruutu	ZM-Grow	AMAZINC
Analyytit	Tiedot:	Seilab analyytit liitteenä	
Valkuainen			
Hehtolitrin punnitus			
Mangaanimittaukset			
Sadon mittaus			

Valokuvia Liitteenä

Viljelijän kommentit:

Näytteenottajan kommentit:

Liite 2. Nurmen rehuanalyysi

Meijeri/teurastamo:	-	HOSK nro:	-
Näyte:	O-RUUTU	Tuottajanro:	-
Näytteenottopvm:	11.06.2018	ProAgria nro:	-
Näyttenumero:	RN18-02728-001	Karjatunnus:	-
Saapumispvm:	12.06.2018	Ruokittava eläin:	-

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kulva-aine, rehusta	203		g/kg				24 h, 80 °C
D-arvo	695		g/kg ka				NIR
Raakavalkuainen	145		g/kg ka				NIR
Kuitu (NDF)	519		g/kg ka				NIR
Tuhka	58		g/kg ka				NIR
ME (muuntokelpoinen energia)	11,1		MJ/kg ka				Laskennallinen
Ohutsuolessa imeytyvä valkuainen	88		g/kg ka				Laskennallinen
Pötsin valkuaisaste	15		g/kg ka				Laskennallinen
Sulava raakavalkuainen	106		g/kg ka				Laskennallinen
Sokeri	109		g/kg ka				NIR

Meijeri/teurastamo:	-	HOSK nro:	-
Näyte:	ZM-GROW	Tuottajanro:	-
Näytteenottopvm:	11.06.2018	ProAgria nro:	-
Näyttenumero:	RN18-02726-001	Karjatunnus:	-
Saapumispvm:	12.06.2018	Ruokittava eläin:	-

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kulva-aine, rehusta	201		g/kg				24 h, 80 °C
D-arvo	726		g/kg ka				NIR
Raakavalkuainen	178		g/kg ka				NIR
Kuitu (NDF)	480		g/kg ka				NIR
Tuhka	58		g/kg ka				NIR
ME (muuntokelpoinen energia)	11,6		MJ/kg ka				Laskennallinen
Ohutsuolessa imeytyvä valkuainen	96		g/kg ka				Laskennallinen
Pötsin valkuaisaste	38		g/kg ka				Laskennallinen
Sulava raakavalkuainen	137		g/kg ka				Laskennallinen
Sokeri	117		g/kg ka				NIR

Meijeri/teurastamo:	-	HOSK nro:	-
Näyte:	AMAZINC	Tuottajanro:	-
Näytteenottopvm:	11.06.2018	ProAgria nro:	-
Näyttenumero:	RN18-02727-001	Karjatunnus:	-
Saapumispvm:	12.06.2018	Ruokittava eläin:	-

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kulva-aine, rehusta	206		g/kg				24 h, 80 °C
D-arvo	707		g/kg ka				NIR
Raakavalkuainen	176		g/kg ka				NIR
Kuitu (NDF)	488		g/kg ka				NIR
Tuhka	56		g/kg ka				NIR
ME (muuntokelpoinen energia)	11,3		MJ/kg ka				Laskennallinen
Ohutsuolessa imeytyvä valkuainen	94		g/kg ka				Laskennallinen
Pötsin valkuaisaste	39		g/kg ka				Laskennallinen
Sulava raakavalkuainen	135		g/kg ka				Laskennallinen
Sokeri	108		g/kg ka				NIR

Liite 3. Nurmen hivenaine- ja kivennäisanalyysi

Meijeri/teurastamo: -
 Näyte: ZM-GROW
 Näytteenottopvm: 11.06.2018
 Näyttenumero: RN18-02726-002
 Saapumispvm: 12.06.2018

HOSK nro: -
 Tuottajanro: -
 ProAgria nro: -
 Karjatunnus: -
 Ruokittava eläin: -

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kalsium, Ca	4,9		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kalium, K	20		g/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Fosfori, P	3,4		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Magnesium, Mg	1,8		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Natrium, Na	0,44		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kupari, Cu	5,8		mg/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Mangaani, Mn	32		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Sinkki, Zn	40		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Rauta, Fe	68		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)

Meijeri/teurastamo: -
 Näyte: AMAZINC
 Näytteenottopvm: 11.06.2018
 Näyttenumero: RN18-02727-002
 Saapumispvm: 12.06.2018

HOSK nro: -
 Tuottajanro: -
 ProAgria nro: -
 Karjatunnus: -
 Ruokittava eläin: -

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kalsium, Ca	5,0		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kalium, K	18		g/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Fosfori, P	3,2		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Magnesium, Mg	2,2		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Natrium, Na	0,48		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kupari, Cu	5,4		mg/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Mangaani, Mn	33		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Sinkki, Zn	53		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Rauta, Fe	60		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)

Meijeri/teurastamo: -
 Näyte: O-RUUTU
 Näytteenottopvm: 11.06.2018
 Näyttenumero: RN18-02728-002
 Saapumispvm: 12.06.2018

HOSK nro: -
 Tuottajanro: -
 ProAgria nro: -
 Karjatunnus: -
 Ruokittava eläin: -

Tutkimus	Tulos	Epäv.	Yksikkö	Min	Norm.	Max	Menetelmä
Kalsium, Ca	3,7		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kalium, K	22		g/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Fosfori, P	3,0		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Magnesium, Mg	1,3		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Natrium, Na	0,10		g/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Kupari, Cu	5,0		mg/kg ka				ISO 11885:2007(E)
Mangaani, Mn	16		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Sinkki, Zn	32		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)
Rauta, Fe	55		mg/kg ka				ISO 11885, 2007 (E)