



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

# TIETOKORTIT SIVU- JA HIVENRAVINNEPUUTOKSISTA VILJOILLA, RYPSILLÄ JA RAPSILLA

TEKIJÄ: Heidi Heikkinen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Heidi Heikkinen			
Työn nimi Tietokortit sivu- ja hivenravinnepuutoksista viljoilla, rypsilä ja rapsilla			
Päiväys	4.2.2019	Sivumäärä/Liitteet	29/2
Ohjaajat Kirsi Mäkinen ja Heli Wahlroos			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani KASVI-Taito-hanke			
Tiivistelmä			
<p>Suomessa oli vuonna 2018 viljelyssä 2 272 200 hehtaaria peltoa. Viljoja viljeltiin 1 022 490 hehtaarilla sekä rypsiä ja rapsia 58 300 hehtaarilla. Viljelyalasta suurin osuus on viljoilla, mutta viljan viljelyn kannattavuus on huono pelkillä keskisadoilla. Keskisato on ruista lukuun ottamatta viljoilla noin 3 tonnia hehtaarilta ja ruissato noin 2,1 tonnia hehtaarilta. Rypsin ja rapsin keskisato on noin 1,5 tonnia hehtaarilta. Viljojen viljelyssä kannattavaa on tavoitella parhaita mahdollisia satoja. Yksi sadonmäärää rajoittava tekijä voi olla ravinnepuutos. Sivun- ja hivenravinteet voivat olla rajoittavana tekijänä satotasojen nostettaessa, koska sivun- ja hivenravinteita ei yleensä lannoitettaissa ole suoraan mukana.</p> <p>Ollessaan minimitekijöitä ravinteet rajoittavat satoa. Minimitekijä tarkoittaa tekijää, jota on tarpeeseen nähden kaikkein vähiten kasvin saatavissa.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli saada selkeät tietokortit sivun- ja hivenravinnepuutoksista ja ravinnepuutosten korjaamisesta viljoilla, rypsilä ja rapsilla. Tarkoituksena oli tuoda useamman lähteen tiedot yhteen paikkaan. Toimeksiantajana opinnäytetyössä toimi Pohjois-Savon alueella toimiva KASVI-Taito-hanke.</p> <p>Työ toteutettiin käyttämällä kotimaisia ja englanninkielisiä lähteitä. Kuvat ravinnepuutosten oireista tietokortteihin saatiin Farmit Website Oy:ltä sekä Yaralta. Tietokortteihin laskettiin ravinnekohtaisesti lannoittamisen hehtaari-kustannukset sekä tarvittava sadonlisä, jolloin lannoittamisen kustannukset peittyisivät.</p> <p>Työn tuloksena syntyivät selkeät ja informatiiviset tietokortit, joissa keskityttiin lannoituksen aiheuttamiin kustannuksiin ja tarvittavaan sadonlisaan. Tietokortit tulivat hankkeen käyttöön koulutuksiin sekä verkkosivuille sähköisessä muodossa. Niitä hyödynnetään myös Savonia-ammattikorkeakoulun kasvintuotannon opetuksessa.</p>			
Avainsanat ravinteet, puutosoireet, kasvinviljely, kannattavuus, vilja, rypsi, rapsi			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and rural Industries			
Author Heidi Heikkinen			
Title of Thesis Info cards on side- and micro-nutrient deficiency symptoms in cereals, rapeseed and rape			
Date	4.2.2019	Pages/Appendices	29/2
Supervisors Kirsi Mäkinieniemi and Heli Wahlroos			
Client Organisation /Partners KASVI- Taito Project			
<p>Abstract</p> <p>Finland has a 2 272 200 hectares farming area. Grain farming area is 1 022 490 hectares and rape and rapeseed farming areas are 58 300 hectares. The majority is grain farming area, but the profitability of the grain farming is poor with average yields. In grain farming it is best to try to get the highest possible harvest. One limiting factor can be nutrient deficiency.</p> <p>Side- and micronutrients can be limiting factors in increasing the yields, because they are not usually added to fertilizers. Nutrients limit the amount of harvest when they are minimum factors. Minimum factors are those, which are least available.</p> <p>The purpose of this thesis was to get clear information cards on side- and micronutrient deficiencies in grain, rape and rapeseed growing. The purpose was to bring more than one source of information in to the same place. The client of this thesis was KASVI-Taito project.</p> <p>The thesis was carried out by using domestic and foreign sources. The pictures on the information cards were provided by Farmit website Ltd. and Yara Finland Ltd. The fertizing costs per nutrient and per hectar were calculated on the cards. At the same time the cost effective yield increase was calculated, too.</p> <p>As a result of the thesis there are clear and informative information cards with focus on fertilizer costs and optimal yield increase. The information cards are used by the project in training and on the websites. Savonia University Applied Sciences can also use the cards in plant production teaching.</p>			
<p>Keywords Nutrients, deficiency, crop farming, profitability, grain, rapeseed, rape</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	SATOPOTENTIAALI VERRATTUNA KESKISATOIHIN .....	6
3	KASVIEN RAVINTEET .....	8
3.1	Ravinteiden jakaantuminen makro- ja mikroravinteisiin .....	8
3.2	Starttifosfori ja seleeni .....	10
3.3	Ravinteiden otto ja lähteet.....	10
4	MAAN VAIKUTUS RAVINTEIDEN LIUKOISUUTEEN JA OTTOON .....	12
4.1	Maan pH:n vaikutus ravinteiden liukoisuuteen .....	12
4.2	Maan multavuuden vaikutus ravinteiden liukoisuuteen.....	13
4.3	Maalajit, multavuus ja viljavuusluokka .....	14
5	PUUTOSOIREIDEN TUNNISTAMINEN .....	15
5.1	Visuaalisesti havaittavat puutosoireet .....	15
5.2	Kasvianalyysi ja viljavuustutkimus .....	16
5.3	Kasvustomittarit.....	18
6	TIETOKORTTIEN TOTEUTUS.....	19
6.1	Tietokorttien luonnosvaiheet.....	19
6.2	Tietokorttien lopullinen rakenne .....	21
6.3	Tietokorttien kuvioiden toteutus.....	23
6.4	Kustannusten ja tarvittavan sadonlisan laskeminen .....	25
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	27
8	PÄÄTÄNTÖ .....	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	30
	LIITE 1: TIETOKORTIT .....	34
	LIITE 2: TIETOKORTTIEN LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	46

## 1 JOHDANTO

Suomessa oli viljelyssä 2 272 200 hehtaaria peltoa vuonna 2018. Viljelyalasta 45 prosenttia oli viljan viljelyssä eli noin 1 022 490 hehtaaria. Viljelyalasta 33 prosenttia oli rehunurmella, 12 prosenttia ke-sannolla ja 10 prosenttia muilla kasveilla. (Luonnonvarakeskus 2018.) Rypsin ja rapsin viljelyala oli noin 58 300 hehtaaria, joka oli 2,57 prosenttia viljelyalasta (Vilja-alan yhteistyöryhmä 2018).

Viljelyalasta suurin osuus on viljoilla. Viljan viljelyn kannattavuus on kuitenkin huono ja keskisatoja tuotettaessa viljan viljely ei ole kannattavaa. (Peltonen s.a.) Keskisato on ruista viljeltäessä noin 2,1 tonnia hehtaarilta ja muilla viljoilla noin 3 tonnia hehtaarilta. Rypsin ja rapsin keskisato on noin 1,5 tonnia hehtaarilta. (Vilja-alan yhteistyöryhmä s.a.) Viljelyssä kannattaa tavoitella keskisatoa parempia satoja, jotta se kannattaisi. (Peltonen s.a.) Viljojen satoa pystyisi ainakin teoriassa parantamaan keskisadosta noin 2,5–4 tuhatta kiloa ja rypsin sa toa noin 700 kiloa (luonnonvarakeskus s.a). Sa-donmäärään voidaan vaikuttaa useilla keinoilla, kuten huolehtimalla maan kasvukunnosta, pellon vesitaloudesta, ravinteiden riittävydestä sekä rikkakasvien, kasvitautien, tuholaisten ja laon torjumisesta (Mäkelä, Seppänen, Stoddard ja Yli-Halla 2008).

Sivu- ja hivenravinteet voivat olla rajoittavia tekijöitä huippusatoja tavoiteltaessa, koska Justus von Liebigin minimilain mukaan minimitekijä rajoittaa satotasoa (Holten s.a). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lisäämällä esimerkiksi typpeä sadon määrä ei nouse, jos kasvusto kärsii jonkin muun ravinteen puutuksesta. Minimitekijää ei siis voi korvata lisäämällä muita tekijöitä.

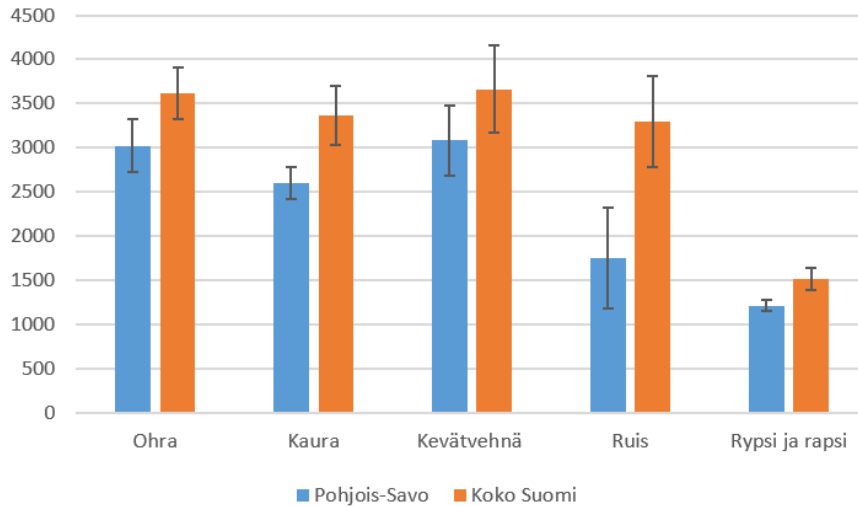
Toimeksiantajana opinnäytetyössä toimi KASVI-Taito-hanke. Tietokortit tulevat hankkeen käyttöön ja julkaistaan hankkeen nettisivuilla. Tietokortteja hyödynnetään myös hankkeen koulutuksissa sekä Savonia-ammattikorkeakoulun kasvintuotannon opetuksessa.

Ravinnepuutoksista on tehty aiemminkin tietokortteja ja puutosten tunnistamisen avuksi myös sovel-luksia, kuten Yara CheckIt. Muissa tietokorteissa tai sovelluksissa ei ole laskettu puutosoireiden kor-jaamisen kustannuksia. Niissä ei myöskään ole kerrottu, kuinka paljon lisää satoa lannoittamisella voitaisiin saada. Tämä tuo tässä työssä tehdyille tietokortteille lisäarvoa.

Tämän työn tarkoituksena on tehdä selkeät tietokortit sivu- ja hivenravinnepuutosoireista. Tietokort-teja tehdessä selvitetään puutosoireiden korjaamisen kustannuksia hehtaarilta eri lähteistä löytyvien tietojen pohjalta. Tietokorteissa kerrotaan, kuinka paljon sadonlisää lannoituksella pitäisi tulla, jotta se olisi kannattavaa.

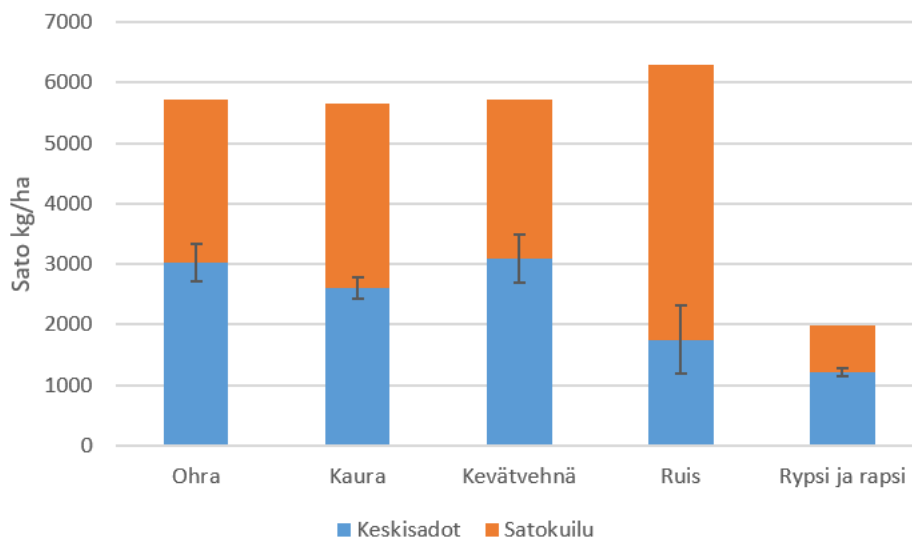
## 2 SATOPOTENTIAALI VERRATTUNA KESKISATOIHIN

Keskisadolla tarkoitetaan viljelykasvin keskimääräistä satoa eli sitä, kuinka monta kiloa yhdeltä hehtaarilta saadaan. Keskisadoissa on alueellisia eroja, koska Suomen viljelyolosuhteet eivät ole samantlaiset koko maassa. Kuviossa 1 esitetyt keskisadot Pohjois-Savossa ja koko Suomessa on laskettu neljän vuoden keskimääräisistä sadoista, koska sadoissa on vuosittaista vaihtelua. Käytetyt keskisadot olivat vuosilta 2015–2018. (Luonnonvarakeskus s.a.b.)



KUVIO 1. Keskisadot Pohjois-Savossa ja koko Suomessa

Toteutuneen ja potentiaalisen sadon erotusta kutsutaan satokuiluksi (*yield gap*) (Peltonen-Sainio 2015). Kuviossa 2 on esitetty Pohjois-Savon keskisadot ja satokuilu, jotka yhdessä muodostaisivat käytännön maksimaalisen satopotentiaalin viljoilla sekä rypsiillä ja rapsilla. Satopotentiaali on laskettu viljelyvyöhykkeellä III tehtyjen virallisten lajikekokeiden tuloksista käyttämällä viittä alueella eniten viljelyssä olevaa tai eniten kokeissa mukana ollutta lajiketta. Näiden lajikkeiden sadoista laskettiin keskiarvo. Viralliset lajikekokeet oli tehty vuosina 2009–2016. (Laine ym. 2017.)



KUVIO 2. Pohjois-Savon keskisadot ja satokuilu eli potentiaalinen sato

Virallisten lajikekokeiden tulosta voidaan käyttää hyvänä mittarina potentiaaliselle sadolle, koska lajikekokeissa olosuhteet vastaavat peltoviljelyn olosuhteita. Kokeissa ei käytetä taudintorjuntaan ruis-  
kutuksia, koska halutaan selvittää lajikkeiden taudinkestävyyttä. Myöskään laontorjuntaa ei tehdä, jotta lajikkeen laonkestävyys saataisiin selville. Käytännön viljelyssä käytetään tarpeen mukaan taudin- ja laontorjunnan keinoja, jolloin sato voisi olla lajikekokeiden satoa parempi.

### 3 KASVIEN RAVINTEET

Ravinteet ovat alkuaineita, joita kasvi tarvitsee kasvaakseen ja kehittyäkseen. Kasveille välttämättömiä ravinteita on 16 (Peltonen ja Harmoinen 2009, 6–10). Kasvit hyödyntävät maassa olevia epäorgaanisia raaka-aineita. Ravinteiden pitää olla tietyssä kemiallisessa muodossa ollakseen kasvien käytettävissä. (Kanerva ja Leskinen 1995, 16.)

Ravinteet tarvitsevat muita ravinteita toimiakseen mahdollisimman tehokkaasti. Justus von Liebigin minimilain mukaan minimitekijä eli se kasvutekijä (kuva 1), jota on tarpeeseen verrattuna vähiten kasvin saatavilla, rajoittaa kasvua. Yhden ravinteen puutosta ei voi näin ollen korvata lisäämällä jotakin muuta ravinnetta peltoon. (Farmit Website Oy 2009.)



KUVA 1. Justus Von Liebigin minimilaki (Farmit Website Oy 2009.)

Kasvun rajoittumista voidaan ehkäistä riittävällä ja tasapainoisella lannoittamisella, jolloin satotaso paranee. Pahimmat ravinteiden puutokset näkyvät kasvustossa erilaisina oireina riippuen puuttavasta ravinteesta. Kasvusto- ja maanäytteistä tehtävillä tutkimuksilla saadaan tarkat ravinnepitoisuudet ja -puutokset selville. Myös ne ravinnepuutokset saadaan selville, jotka ovat vielä piileviä eli eivät näy kasvustossa. (Yara s.a.a.)

#### 3.1 Ravinteiden jakaantuminen makro- ja mikroravinteisiin

Kasvien ravinteet jaetaan makro- ja mikroravinteisiin (taulukko 1). Makroravinteet jaetaan kahteen ryhmään: pääravinteisiin ja sivuravinteisiin. Sivuravinteisiin kuuluvat kalsium, magnesium sekä rikki ja pääravinteisiin hiili, typpi, happi, vety, fosfori ja kalium. (Harmoinen ja Peltonen 2009, 9.) Ravinteesta riippuen kasvit ottavat makroravinteita maasta 10–200 kiloa hehtaarilta (Kanerva ja Leskinen 1995, 16).

Mikro- eli hivenravinteisiin kuuluvat boori, kupari, kloori, mangaani, molybdeeni, rauta ja sinkki. Mikroravinteiden tarve on alle kilon per hehtaari. Vaikka niiden tarve on vähäisempi kuin makroravinteiden, ovat ne yhtä tärkeitä kuin kaikki muutkin ravinteet kasvin kehitykselle. (Harmoinen ja Peltonen 2009, 9.)

Tärkeiden entsyymien toiminnalle hivenravinteet ovat välttämättömiä (Kanerva ja Leskinen 1995, 16). Hivenravinteista entsyymien toimintaan vaikuttavat ainakin kupari, mangaani, sinkki ja rauta (Peltonen ja Harmoinen 2009, 9). Hivenravinteiden puutosten korjaamisella voidaan saada aikaan suuriakin sadonlisäyksiä, koska ne tehostavat muiden ravinteiden hyväksikäyttöä (Kilikki ja Luomanperä 2011, 65).

TAULUKKO 1. Kasvin ravinteet (mukaillen Harmoinen ja Peltonen 2009.)

Kasvinravinne	Kemiallinen merkki	Ottomuoto	Ryhmä
Boori	B	$H_3BO_3$	Hivenravinne
Fosfori	P	$H_2PO_4^{2-}$	Makroravinne, pääravinne
Happi	O	$CO_2, H_2O, O_2$	Makroravinne
Hiili	C	$CO_2$	Makroravinne
Kalium	K	$K^+$	Makroravinne, pääravinne
Kalsium	Ca	$Ca^{2+}$	Makroravinne, sivuravinne
Kloori	Cl	$Cl^-$	Hivenravinne
Kupari	Cu	$Cu^{2+}$	Hivenravinne
Magnesium	Mg	$Mg^{2+}$	Makroravinne, sivuravinne
Mangaani	Mn	$Mn^{2+}$	Hivenravinne
Molybdeeni	Mo	$MoO_4^{2-}$	Hivenravinne
Rauta	Fe	$Fe^{2+}, Fe^{3+}$	Hivenravinne
Rikki	S	$SO_4^{2-}$	Makroravinne, sivuravinne
Sinkki	Zn	$Zn^{2+}$	Hivenravinne
Typpi	N	$NH_4^+, NO_3^-$	Makroravinne, pääravinne
Vety	H	$H_2O$	Makroravinne

On olemassa myös alkuaineita, jotka eivät täytä ravinteen määritelmää, koska niiden ei ole osoitettu olevan välttämättömiä kasvin elinkierrolle. Näistä aineista on kuitenkin hyötyä kasveille tai kasveja ravinnokseen käyttäville eliöille. Esimerkiksi lannoitteisiin lisättävä seleeni kuuluu näihin. Seleenin lisäksi muita kasville hyödyllisiä alkuaineita ovat koboltti, natrium, nikkeli ja pii. (Harmoinen ja Peltonen 2009.)

### 3.2 Starttifosfori ja seleeni

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin starttifosfori lannoitusta, koska haluttiin selvittää lannoituksen hyötyjä kasveille sekä lannoituksen kustannuksia. Starttifosforilla tarkoitetaan fosforilannoitusta, jossa osa fosforista laitetaan viljeltävän kasvin siemenriviin. Fosforin saanti kasvukauden alussa turvataan starttifosforilannoituksella. Koska fosfori liikkuu maassa huonosti ja vain lyhyitä matkoja, sen on oltava kasvun alussa juurten saatavilla. Kaikkein eniten starttifosforista hyötyvät pienisiemeniset kasvit. (Mäkelä ja Yli-halla 2012, 60.) Etenkin happamalla mailla ja kylminä keväinä tämä lannoitus hyödyttää kasveja. Fosfori vaikuttaa kasvien juurten kehitykseen ja parantaa näin kasvin kasvua. (Farmit Website oy s.ac.) Fosforin saatavuus kasveille huononee, mitä kylmempää maa on (Yara s.a).

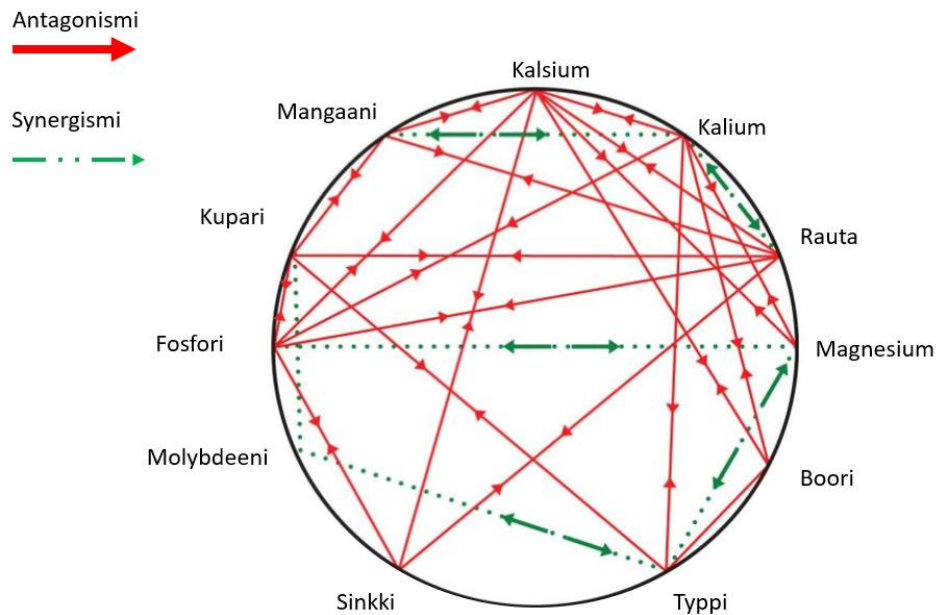
Opinnäytetyössä halutaan selvittää seleenin vaikutuksia kasville sekä selvittää, onko seleenillä vaikutusta satotasoihin. Lannoitteisiin lisätään seleeniä selanaattina, jotta ihmisten ja eläinten seleenin saanti turvattaisiin turvallisesti (Farmit Website Oy 2017). Seleeni ei kuulu virallisiin kasvin ravinteisiin, mutta se suojaa kasvia UV-säteilyä vastaan (Harmoinen ja Peltonen 2009, 10). Seleeni hidastaa kasvin vanhenemista, koska se toimii antioksidanttina (Kilkki ja Luomanperä 2011, 66).

### 3.3 Ravinteiden otto ja lähteet

Kasvi ottaa hiiltä lukuun ottamatta osan ravinteista juurten kautta maan huokosvedestä ja osan maanpäällisten osien, kuten lehtien kautta. Huokosveteen ravinteet liukenevat lannoitteista tai maan kiintoaineksesta. Kasvi ottaa suurimman osan ravinteista sähkövarauksellisina ioneina. Kasvi ottaa hiilen ilman hiilidioksidista ja hapen sekä vedyn vedestä. (Peltonen ja Harmoinen 2009.) Kasvi voi käyttää ravinteita vain tietyn muotoisena. Maassa ravinteet kuitenkin ovat ioneina tai yhdisteinä, joista kaikki muodot eivät ole kasville helposti tai ollenkaan käytettävissä. Ravinteiden kemiallinen olomuoto siis vaikuttaa niiden käytettävyyteen. (Ruokatieto s.a.)

Maan tiivistyminen vaikuttaa juurten syvyyteen ja pinta-alaan sekä heikentää niiden kasvua, jolloin myös ravinteiden ja veden saatavuus heikkenevät. Kun kasvi haihduttaa, veteen liunneet ravinteet liikkuvat kasvin käyttöön. Kuivuudesta kärsivä kasvi sulkee ilmaraoit, joiden kautta se haihduttaa, jolloin kasvin ravinteiden otto estyy. (Junnola ja Peltonen 2013.)

Ravinteet vaikuttavat toisten ravinteiden käytettävyyteen. Kun jonkin ravinteen otolla kasviin on toisen ravinteen ottoa lisäävä vaikutus, puhutaan synergismistä. Antagonismi vaikutuksesta puhutaan, kun jonkin ravinteen otto kasviin vähentää toisen ravinteen ottoa. Ravinteiden vaikutuksista toistensa ottoon on tehty Mulderin kaavio (kuva 2), josta näkee suoraan, onko ravinteella antagonismivai synergismivaikutus toiseen ravinteeseen (Barnes 2016).



KUVA 2. Mulderin kaavio suomennettuna (mukaillen Barnes 2016.)

Maan kykyä sitoa kationimuodossa otettavia ravinteita kasveille käyttökelpoisessa muodossa kutsutaan kationinvaihtokapasiteetiksi. Kationinvaihtokapasiteettiin vaikuttavat maalaji ja maan pH. Pellon laskennallisen kationinvaihtokapasiteetin saa selville viljavuustutkimuksessa. (Mattila ja Rajala 2018.)

Kasvien tarvitsemia ravinteita lisätään peltoon lannoittamalla. Lisäksi jo maassa kasveille käyttökelpottomassa muodossa olevat ravinteet voidaan saada kasveille käyttökelpoiseen muotoon maanparannustoimilla. Lannoitus voi tapahtua lehtilannoituksena, siemenkäsittelyllä tai laittamalla lannoitusaine maahan. Lehtilannoituksella tarkoitetaan lannoitusta, jossa ravinteet ruiskutetaan kasville nestemäisessä muodossa, jolloin ne imeytyvät lehtien kautta kasvin käyttöön. Maahan valunut ravinne-liuos on kasvin juurien otettavissa. Lehtilannoituksen vaikutus on nopea, mutta liian suuret ravinne-määrät kerralla voivat aiheuttaa lehdille polttovioituksia. (Junnola ja Peltonen 2013.)

Lannoitusaineet jaetaan orgaanisiin ja mineraalilannoitteisiin. Orgaanisia lannoitteita ovat karjanlanta, tuhkat, kompostoidut biojätteet, teurastamoiden sivutuotteet, bioenergian ravinnejakeet kuten mädäte ja puhdistamoliete. Mineraalilannoitteet ovat rakeisia tai liuosmaisia ja niiden valmistusprosessi on tarkasti tiedossa. (Harmoinen ja Peltonen 2009, 32-46.)

Lannoitus siemenkäsittelyllä tapahtuu peittaamalla siemenet ravinnepitoisella aineella. Siemenkäsittelyllä voidaan täyttää joidenkin hivenravinteiden osalta koko kasvin tarvitsema määrä. Siementen käsittely boorilla on kuitenkin riskialtista, koska boori voi aiheuttaa suurina pitoisuuksina kasvuhäiriöitä kasveille. (Mattila 2016.)

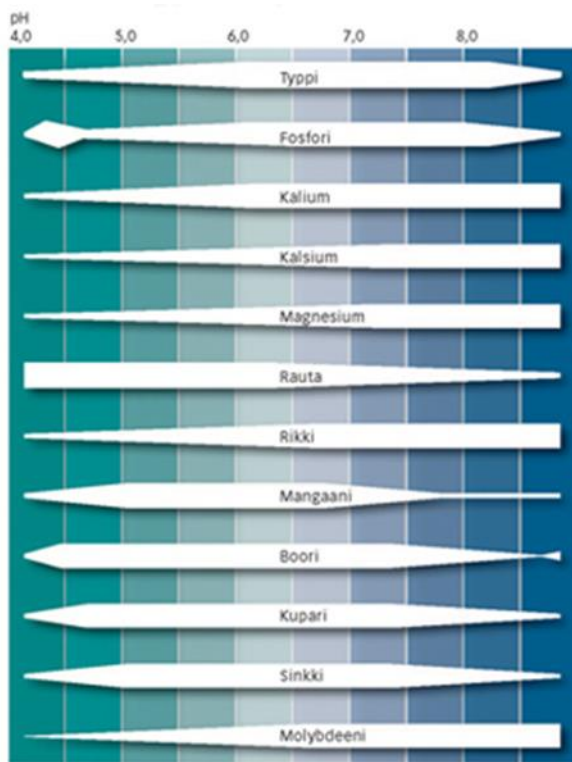
## 4 MAAN VAIKUTUS RAVINTEIDEN LIUKOISUUTEEN JA OTTOON

Maan eri ominaisuudet vaikuttavat ravinteiden käytettävyyteen eli liukoisuuteen. Ravinteiden liukoisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi maan happamuus ja multavuus eli orgaanisen aineen määrä maassa. Maanäytteestä tehtävällä viljavuustutkimuksella saadaan selville maan kasvu-kuntoon vaikuttavia tekijöitä.

### 4.1 Maan pH:n vaikutus ravinteiden liukoisuuteen

Maan pH on arvo, joka kertoo maan happamuudesta ja emäksisyydestä. Arvot ovat asteikolla 0 – 14, jossa kaikkein happamin on nolla ja emäksisin 14. Arvon ollessa seitsemän on maan pH neutraali. Koska Suomen maaperä on luonnostaan hapan, ovat myös Suomen pellot yleensä happamia. (Pöntinen 2016.) Maalajeista eloperäiset maat ovat yleensä kaikkein happamampia ja savimaat vähiten (Hiltunen ja Hyytiäinen 1999).

Maan pH vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen eli siihen, kuinka helposti ne liikkuvat maassa ja ovat kasvien käytettävissä. Ravinteiden liukoisuudessa samassa pH:ssa voi olla suuriakin eroja (kuva 3). Esimerkiksi maan happamoituessa molybdeenin liukoisuus huononee ja raudan paranee. (Farmit website oy s.a.a.) Peltojen happamuudesta johtuen lannoitetusta fosforista ja typestä jää hyödyntämättä noin 30 prosenttia. Hyödyntämättömät ravinteet aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia, ja lisäksi ne rasittavat ympäristöä. (Farmit website Oy s.a.b.)



KUVA 3. Ravinteiden liukoisuus ja pH (Farmit website Oy s.a.a.)

Maan happamuuteen eli pH arvoon voidaan vaikuttaa kalkitseamalla peltoja. Kalkitus nostaa pellon pH:ta eli vähentää pellon happamuutta. Maan pH:ta on nostettava hitaasti, koska liian nopea nosto johtaa ravinnetasapainon ja kasvien ravinteiden oton häiriöihin. Liian korkea maan pH vähentää kationimuodossa otettavien hivenravinteiden saatavuutta, jolloin niistä tulee rajoittavia tekijöitä kasvin kasvulle. (Rajala 2005.)

#### 4.2 Maan multavuuden vaikutus ravinteiden liukoisuuteen

Multavuudeltaan hyvässä maassa ravinteet säilyvät hyvin kasvien käytettävissä eli ravinteet eivät huuhtoudu herkästi. Multavassa maassa on ravinteille enemmän kiinnittymispintaa kuin karkeassa maassa. Hyvä maan multavuus vaikuttaa suotuisasti maan pieneliöiden toimintaan, jolloin maan kasvukunto paranee. (Humuspehtoori Oy s.a.)

Vaikka multavuus on hyväksi maan kasvukunnolle, voi joidenkin ravinteiden kohdalla multavuus huonontaa ravinteen käytettävyyttä. Tällaisia ravinteita ovat kupari, mangaani ja kalsium. Kuparin saatavuus huononee maan multavuuden lisääntyessä (Spectrum analytics 2015a). Koska orgaaninen aines sitoo mangaania, voi korkean multavuuden lohkoilla esiintyä puutetta mangaanista (Spectrum analytics 2015b). Myös kalsiumin käytettävyys on huonompi eloperäisillä mailla (Viljavuuspalvelu 2008).

### 4.3 Maalajit, multavuus ja viljavuusluokka

Maalaji kertoo maan kiintoaineksen ominaisuuksista ja hiukkaskoosta, joita maassa yleensä on useampaa eri kokoa (Rajala 2006). Maalajit jaetaan kahteen ryhmään kivennäismaihin ja eloperäisiin maihin (Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a). Kivennäismaat sisältävät alle 20 prosenttia orgaanista ainesta ja eloperäiset maat yli 20 prosenttia. Kivennäismaat jaetaan eloperäisen aineksen määrän mukaan multavuusluokkiin, jotka ovat vähämultainen, multava, runsasmultainen ja erittäin runsasmultainen. Eloperäiset maat ovat multamaa ja turvemaa. (Mäkelä, Seppänen, Stoddard ja Yli-Halla 2008.)

Eniten maassa oleva kivennäismaan lajite määrää kivennäismaan nimen ja toiseksi eniten oleva voidaan liittää nimeen adjektiivina (Rajala 2006). Maalajeista käytetään kirjainlyhenteitä, joiden eteen lisätään selittäviä lyhenteitä kertomaan maan ominaisuuksista, kuten maan karkeudesta ja multavuusluokasta. Maalaji ja multavuus vaikuttavat maan ravinnepitoisuuteen ja sitä kautta maan viljeltävyyteen. (Mäkelä ym. 2008.) Maalajeista löytyy hyvin lisätietoa Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä tekstistä (Viljavuuspalvelu 2008).

Viljavuusluokka kuvaa maan ravinteiden riittävyyden todennäköisyyttä. Samalla loholla voi olla useampaa viljavuusluokkaa, koska viljavuusluokat ovat ravinnekohtaisia. Esimerkiksi fosfori voi olla luokassa välttävä ja kupari viljavuusluokassa hyvä. Eri maalajeille ja multavuuksille on määritetty suositellut ravinnepitoisuudet, joilla ilmoitetaan, kuinka monta milligrammaa ravinnetta pitäisi litraa kohti olla missäkin viljavuusluokassa. (Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a.a.)

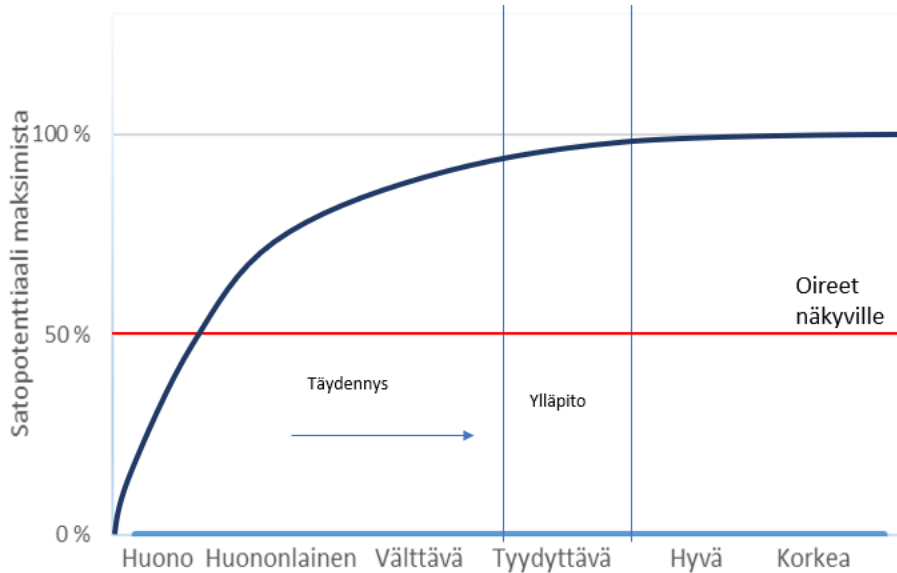


KUVIO 3. Symbolit eri viljavuusluokissa (mukaillen Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a.a.)

Viljavuusluokka ilmoitetaan sekä symbolilla että sanallisesti (kuvio 3). Viljavuusluokat ovat huono, huononlainen, välttävä, tyydyttävä, hyvä, korkea ja arveluttavan korkea. Viljavuusluokka saadaan selville tekemällä viljavuustutkimus. (Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a.a.)

## 5 PUUTOSOIREIDEN TUNNISTAMINEN

Ravinnepuutokset voivat olla kasvustossa silmin nähtävissä tai piileviä, jolloin niitä ei näe. Ravinnepuutokset ovat vähäisinä piileviä, joten niiden selvittäminen vaatii taustatietoja pellostä ja kasvianalyysin sekä viljavuustutkimuksen ottamista. (Kilkki ja Luomanperä 2011, 65 – 66.) Oireiden tullessa näkyville on jo tapahtunut sadon menetyksiä (kuvio 4) (Mattila 2018).



KUVIO 4. Puutosten vaikutus satoon (mukaillen Mattila 2018.)

Pellosta saatavia taustatietoja ovat käytetty lannoitus, ojitus, pellon märkyys tai kuivuus sekä kasvutoruiskutukset ja muu viljelyhistoria. Tekemällä viljavuustutkimus saadaan selville pellon maalaji, maan pH, maan multavuus, ravinteiden todennäköinen riittävyys maassa ja kationinvaihtokapasiteetti. Puutosoireita voi olla myös vain osalla lohkoa, sillä maalaji, multavuus ja muut tekijät ovat eri kohdissa erilaisia. Lohkon heikompien kohtien ja maalaji muutosten tietäminen helpottaa puutosten tunnistamista.

### 5.1 Visuaalisesti havaittavat puutosoireet

Näkyvien puutosoireiden tunnistaminen voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta ilman kasvustonäytteitä tai viljavuusanalyysia, koska myös kasvintaudit, kasvintuhoojat ja kuivuus aiheuttavat kasveihin samantyyppisiä oireita (Farmit Website Oy 2009a). Näkyviä oireita voivat olla erilaiset värimuutokset, kuten laikut, viirut, punertavuus, kloroottisuus, tummuminen ja vaaleneminen. Muita oireita saatavat esimerkiksi olla kasvun hidastuminen, lehtien kiertyminen ja epätasainen tuleentuminen. Näkyvien puutosoireiden tuntomerkkien lisäksi tarvitaan ravinnepuutoksen tunnistamiseen myös taustatietoja viljeltävästä pellostä. Tieto ravinteiden liikkuvuudesta kasvissa helpottaa ravinnepuutoksen määrittämistä. (Kilkki ja Luomanperä 2011, 65 – 66.) Kasvista tulee katsoa oireiden sijainti, koska eri ravinteet liikkuvat eri tavalla (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Puutosoireiden sijainti kasvustossa (mukaillen Harmoinen ja Peltonen 2009, 53.)



Ravinne	Oireet näkyvät ensimmäisenä	Näkyvä oire
Boori	Nuoret lehdet, juuret	epämuodostuneet lehdet, viljalla korsi paksuuntunut
Fosfori	Koko kasvi tai vanhat lehdet	Punertava sävy
Kalsium	Nuoret lehdet	Lippulehden kiertyminen, vaaleat kärjet
Kupari	Nuoret lehdet	Lehtien kärjissä vaaleita/kellertäviä laikkuja
Magnesium	Vanhat lehdet	Kellertävät/kloroottiset alueet lehtisuonten välillä
Mangaani	Nuoret lehdet	harmaita/vaaleanruskeita laikkuja
Molybdeeni	Nuoret lehdet	Normaalia vaaleammat lehdet
Rauta	Nuoret lehdet	Keltaiset juovat lehdissä
Rikki	Nuoret lehdet	Kellanvihreä, epätasainen kasvusto
Sinkki	Vanhat lehdet	kloroottiset lehdet, kellertäviä viiruja

Jotkin kasvit ovat herkempiä tietyn ravinteen puuttumiselle kuin toiset kasvit. Esimerkiksi rypsi on viljoja herkempi boorin puutokselle. Joidenkin puutosoireiden esiintyminen Suomessa on harvinaista esimerkiksi raudan puutosta ei esiinny Suomessa. Tieto ravinnepuutoksen esiintyvyydestä Suomen oloissa helpottaa näkyvien oireiden erottamista kasvitaudeista. (Harmoinen ja Peltonen 2009, 53.)

## 5.2 Kasvianalyysi ja viljavuustutkimus

Kasvianalyysi otetaan kasvavasta kasvista ja sillä selvitetään kasvin ravinnetilanne. Kasvianalyysillä voidaan vahvistaa epäillyt puutosoireet ja selvittää ravinteiden riittävyys. Myös piilevät puutosoireet selviävät. Paras kasvinäytteen ottoaika viljoilla on pensomisesta lippulehtivaiheeseen. (Eurofins 2018.)

Kasvianalyysin tulos kertoo kasvin ravinteiden otosta useamman viikon ajalta (Mattila 2017). Tuloksen saamiseen menee viisi arkipäivää. Kasvianalyysi voi olla joko suppea tai laaja. Yara suosittelee viljoille suppeaa analyysia, jos kasvustossa ei näy puutosoireita. (Yara s.a.b.) Kasvianalyysitulokseen voi halutessaan tilata lannoitusosuituksen. Tuloksessa ilmoitetaan ravinteiden tilanteesta värikoodien (kuva 4). (Eurofins s.a.a.)

### Lehtilannoitusohjeet

Asiakas \_\_\_\_\_ Jakelija \_\_\_\_\_

Näyte \_\_\_\_\_ Tulkinta laadittu \_\_\_\_\_

Näytenumero \_\_\_\_\_

Kasvi STRAWBERRY (INDOOR)

Analyysit	Tulos	Ohjearvo	Tulkinta	Kommentit
N (g/kg dm)	26.80	20.00	Normaali	lannoitussuosituks
P (g/kg dm)	3.70	3.00	Normaali	lannoitussuosituks
K (g/kg dm)	23.00	20.00	Normaali	lannoitussuosituks
Mg (g/kg dm)	2.20	4.00	melko matala	lannoitussuosituks
Ca (g/kg dm)	6.10	15.00	Matala	lannoitussuosituks
S (g/kg dm)	1.10	1.00	Normaali	lannoitussuosituks
Mn (mg/kg dm)	25.0	50.0	Matala	lannoitussuosituks
B (mg/kg dm)	36.0	25.0	Normaali	lannoitussuosituks
Cu (mg/kg dm)	6.1	5.0	Normaali	lannoitussuosituks
Zn (mg/kg dm)	20.9	30.0	melko matala	lannoitussuosituks
Fe (mg/kg dm)	110	50	Normaali	lannoitussuosituks

**Huom!**  
Tämä tulkinta on muodostettu Yaran Megalab-ohjelmistolla. Yara Suomi Oy ei vastaa suositusten perusteella tehtyjen lannoitusten vaikutuksista eikä lannoitteiden virhekkyydestä aiheutuneista vaihteluista.

Yara Suomi Oy  
Bertel Jungin aukio 9  
02600 Espoo

KUVA 4. Esimerkki kasvianalyysin tuloksesta (Eurofins s.a.b.)

Viljavuustutkimuksella selvitetään maan pH, kationinvaihtokapasiteetti, multavuus ja johtoluku sekä ravinnepitoisuus. Tutkimus tehdään maanäytteistä, joita otetaan 1-5 hehtaarin alueelta yksi. Maanäyte koostuu useammasta osanäytteestä, jotka otetaan koko lohkon alueelta. Maanäyte suositellaan ottamaan 3–5 vuoden välein. (Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a.b.)

Viljavuustutkimuksella saadaan selville ravinteiden viljavuusluokka, jolloin osataan ennakoida viljelykasvin ravinteiden riittävyyttä. Jos ravinne on viljavuusluokassa huono tai huononlainen on todennäköistä, että kasvustossa esiintyy puutoksia. Myös viljavuusluokassa välttävä olevaa ravinnetta kannattaa lisätä lannoituksen yhteydessä peltoon ravinnepuutosten ehkäisemiseksi. (Suomen Ympäristöpalvelu Oy s.a.b.)

### 5.3 Kasvustomittarit

Kasvustosta voidaan mitata joidenkin ravinteiden pitoisuuksia myös kasvustomittarilla. Kasvustomittareiden toiminta perustuu joko lehtivihreän mittaamiseen tai kasvinesteen ravinnepitoisuuden mittaamiseen. (Tiihonen s.a.) Typpimittareita on markkinoilla useampia esimerkiksi Yara N-tester. Mittarin toiminta perustuu lehtivihreän määrän mittaamiseen. Lehtivihreän määrän pitäisi vastata kasvin typpipitoisuutta. Mittarin luotettavuutta huonontaa pellon rikin puutos. (Yara s.a.c.)

Sivu- ja hivenravinteista vain mangaanille on Suomen markkinoilla kasvustomittari NN-Easy55. Mittari toimii analysoimalla entsyymien hajoamistuotteita kasvista. (Viljelijän Avena Berner s.a.) Mittaustuloksen saamisessa kestää puoli tuntia. NN-Easy55 soveltuu kaikille viljelykasveille. (Rönqvist 2017.)

## 6 TIETOKORTTIEN TOTEUTUS

Opinnäytetyö oli sivu- ja hivenravinnetietokorttien kehittämistyö. Sivu- ja hivenravinteiden lisäksi tehtiin tietokortit starttifosforista ja seleenistä, koska haluttiin selvittää starttifosforilannoituksen hyötyjä sekä kustannuksia. Seleenin osalta haluttiin tietää, onko sen vaikutuksista kasveihin ja niiden satotasoihin tutkimustietoa. Tietokorteissa kerrotaan näiden ravinteiden puutosoireista ja taloudellisesta näkökulmasta Suomessa viljeltävillä viljoilla sekä rypsilä ja rapsilla (kuvio 5).



KUVIO 5. Tietokorttien sisältö

Työ toteutettiin käyttämällä kotimaisia sekä englanninkielisiä kirjallisuuslähteitä. Tietokorttien ravinnepuutoskuvat saatiin Farnit Website Oy:n verkkosivuilta sekä Yaran internetsivuilta. Näistä lähteistä kuvien käyttämiseen kysyttiin lupa Farnit website Oy:stä sähköpostitse ja Yaralta soittamalla Anne Kermiselle. Opinnäytetyötä varten saatiin aineistoa Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:ltä Pohjois-Savon hivenravinteista sekä yhteenvedo lannan ravinteista.

### 6.1 Tietokorttien luonnosvaiheet

Tietokorttien tekeminen alkoi tiedon etsimisellä ja rakenteen hahmottelemisella (kuvio 6). Tässä vaiheessa tietokortit olivat vielä Word pohjalla, johon niiden materiaali oli kerätty mahdollisimman johdonmukaiseen järjestykseen. Tältä Word pohjalta tietokortit siirrettiin KASVI-Taito-hankkeen pohjalle PowerPointiin.



Työsuunnitelman hyväksymisen jälkeen muista ravinteista tehtiin mallin mukaiset tietokortit. Tietokorttien asettelua muutettiin johdonmukaisemmaksi ja selkeämmäksi työn edetessä. Esimerkiksi puutoksen korjaamisen kustannukset ja tarvittava sadonlisä laitettiin selkeästi erottuvaan laatikkoon, kun se vielä mallissa oli tekstissä (kuvio 8).



KUVA 7. Vaihtoehto lopulliselle tietokortille (Heikkinen 2018-12-14c.)

Lopullisen tietokortin vaihtoehdossa olivat kuvat eri sivuilla, jolloin kaikkia kuvia ravinnepuutoksen aiheuttamista oireista ei nähnyt yhdellä sivulla. Muilta osin vaihtoehto oli samankaltainen kuin lopullinen asettelu. Vaihtoehto koettiin epäjohdonmukaisemmaksi kuin lopullinen asettelu, kun kysyttiin mielipidettä luonnonvara-alan opiskelijoilta.

## 6.2 Tietokorttien lopullinen rakenne

Tietokorttien lopulliseen rakenteeseen päädyttiin, koska se on ilmeeltään ja luettavuudeltaan selkeämpi sekä herättää kiinnostusta lukijassa. Kaikki tietokortit tehtiin KASVI-Taito-hankkeen pohjalle, johon lisättiin oikeaan alakulmaan QR-koodi hankkeen verkkosivuille. Tietokorttien rakenne pyrittiin saamaan yhtenäiseksi, jotta tiedon etsiminen tietokorteista on helpompaa.

Ravinteesta löytyvän tietomäärän mukaan tietokortista tuli joko yksi- tai kaksisivuinen. Esimerkiksi raudasta ei löytynyt paljoa tietoa, koska sen puutos on harvinainen Suomessa, joten sen tiedot tulivat vain yhdelle sivulle. Suurimmasta osasta ravinteista tietoa kuitenkin löytyi hyvin. Tietokortteihin ei tullut lähdemerkintää, paitsi kuviin, joiden käyttämisen edellytyksenä oli lähdemerkintä. Kaikki lähteet löytyvät opinnäytetyöstä liitteenä ravinteittain ja KASVI-Taito-hankkeen verkkosivuilta.

Tietokortin otsikkona on ravinteiden nimi ja kemiallinen merkki, jonka jälkeen kerrotaan puutokselle kaikkein herkimmät kasvit. Ensimmäisellä sivulla on kuvat ravinnepuutosoireesta ja kerrotaan, mikä on ravinteiden tehtävä kasvin elinkierrossa ja millaisia oireita ravinnepuutoskasvissa aiheuttaa (kuva 9).

**KASVI-Taito**

**SAVONIA**

**Agria**

maaseuturahasto

**Kupari (Cu)**

Viljat, etenkin ohra ja kaura

**Kuparia tarvitaan** valkuaisaine- ja hiilihydraattisynteesiin ja entsymaattisiin toimintoihin. Kupari vaikuttaa myös viljan korren paksuuteen, siitepölyn laatuun, symbioottisen typensidonnän onnistumiseen, siemenen itävyyteen ja juurinysträbakteerien toimintaan.

**Kuparin puutosoireet** ilmaantuvat ensin nuorien lehtien kärkien reunoihin vaaleina tai kellertävinä laikkuina. Ohralla ja kauralla tätä kutsutaan myös keltäkärkitaudiksi.

Kuparin puutos esiintyy usein pilleväinä, koska vähäinen puutos ei aiheuta näkyviä oireita kasvustoon vaan ilmenee lähinnä satotason alenemisena ja jyvien laadun heikkenemisenä.

Kuva: Farmil.net

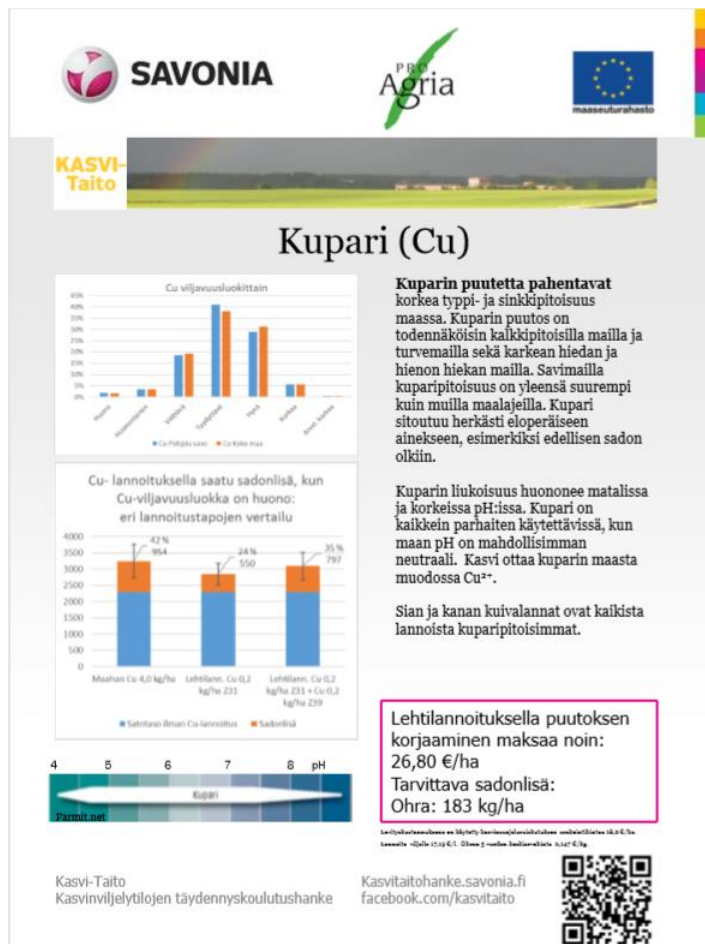
Kuva: Farmil.net

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito

KUVA 8. Tietokortin ensimmäinen sivu (Heikkinen 2018-12-14d.)

Tietokortin toisella sivulla otsikko toistuu (kuva 9). Sivulla kerrotaan mikä ravinnepuutosoiretta pahentaa eli mitkä tekijät vaikeuttavat ravinnepuutoksen saantia eniten. Toisella sivulla on myös pylvästaulukko ravinnepuutoksen tilanteesta viljavuusluokittain Pohjois-Savossa ja koko Suomessa vuosien 2011–2015 viisivuotistilastosta. Sivun taulukko kertoo joko ravinnepuutuksesta maalajeittain tai lannoituksen vaikutuksesta sadonmäärään eli lannoituskokeista saaduista sadonlisistä niiden ravinnepuutosten osalta, joista Suomeen sovellettavia tutkimustuloksia löydettiin.

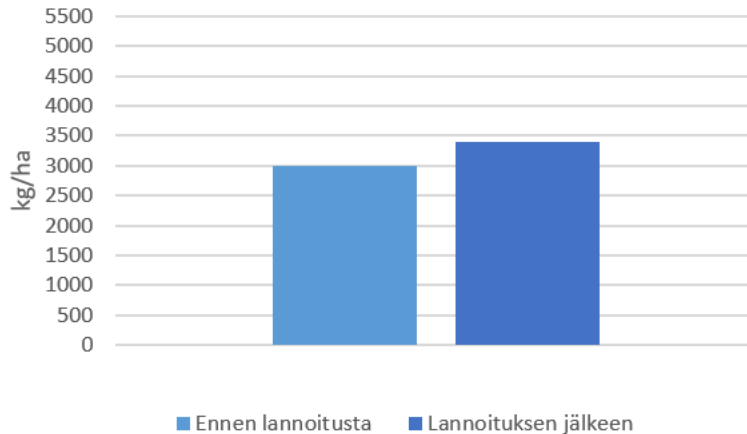


KUVA 9. Tietokortin toinen sivu (Heikkinen 2018-12-14e.)

Sivulla on myös kuvio, jossa on ravinteen liukoisuus eri pH:ssa. Lannoittamisen kustannukset ovat Laatikon sisällä, jotta tiedot erottuisivat hyvin muusta tekstistä. Kustannuksissa kerrotaan lannoittamisen hehtaarikustannus sekä kuinka paljon lisää satoa pitäisi tulla, jotta lannoituskustannukset peittyisivät.

### 6.3 Tietokorttien kuvioiden toteutus

Tietokorteissa on löytyneiden tietojen mukaan joko tieto maalajien ravinnepitoisuuksista tai lannoituksen vaikutuksesta sadonmäärään eli lannoituskokeista saaduista sadonlisistä niiden ravinteiden osalta, joista Suomeen sovellettavia tutkimustuloksia löydettiin. Sadonlisä taulukoihin löytyi tietoa kuparista, rikistä, mangaanista ja starttifosfori lannoituksesta. Löydetyistä sadonlisä tiedoista tehtiin Excelissä pylväskaaviot, joissa vertailtiin satotasoa sadonlisän havainnollistamiseksi (kuvio 11).



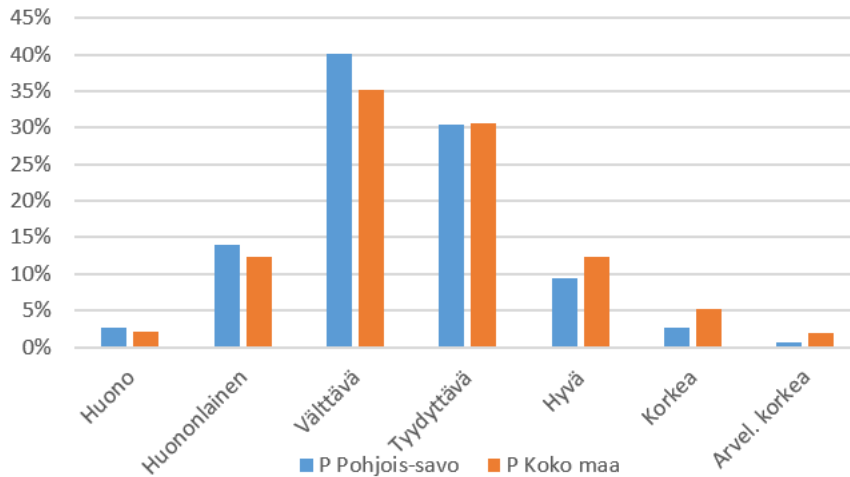
KUVIO 11. Pylväskaavio Mn-lannoituksen vaikutuksesta satotasoon

Eri maalajien keskimääräinen ravinnepitoisuus saatiin Eurofinsin tilastosta vuosilta 2011–2015. Tilaston tiedot koottiin Excel taulukkoon (kuvio 12), jonka jälkeen niistä tehtiin Excelin kaaviotyökalulla pylväskaaviot ravinnekohtaisesti. Eurofinsin tilastot löytyivät myös vuosilta 2001–2005 ja 2006–2010, joiden arvoja verrattiin Excelissä vuosien 2011–2015 tilastoon. Maalajiryhmien keskimääräisissä ravinteikkuuksissa ei ollut eroavaisuuksia eri vuosien tilastojen välillä. Eurofins julkaisee tilastot viiden vuoden keskiarvoina.

	<b>Karkeat kivennäismaat</b>	<b>Savimaat</b>	<b>Eloperäiset</b>
<b>P</b>	12,05	9,43	8,00
<b>Ca</b>	1328,57	2294,64	2461,97
<b>Mg</b>	159,52	431,89	292,72
<b>S</b>	13,69	12,29	27,96
<b>Cu</b>	4,03	6,03	6,59
<b>Zn</b>	3,84	2,72	5,74
<b>Mn</b>	30,18	31,45	53,80
<b>B</b>	0,65	1,57	0,94

KUVA 10. Ravinteisuus maalajiryhmittäin koottuna Exceliin (Heikkinen 2018-12-14f.)

Lisäksi tietokortteihin tuli kuvio käsiteltävästä ravinteesta viljavuusluokittain (kuvio 13), jossa näkyy koko maan ja Pohjois-Savon tilanne. Eurofinssin tilastot viljavuusluokista ja ravinne tilanteesta oli nettisivuilla saatavilla vuosille 2006–2010. Eurofinssiltä saatiin kuitenkin tunnukset, joilla pääsi näkemään tilastot vuosilta 2011–2015. Näiden tilastojen pohjalta tehtiin Excelissä ravinnekohtaiset kuviot. Niistä ravinteista, joiden puutosoireet ovat Suomessa harvinaisia ei ollut tilastoja.



KUVIO 12. Esimerkki ravinne tilanteesta viljavuusluokittain

Excelissä pystyttiin myös vertailemaan ravinne tilannetta yleisesti Pohjois-Savossa. Saatujen tilastojen mukaan Pohjois-Savossa kaikkein huonoin ravinne tilanne oli boorilla, kalsiumilla ja fosforilla, joiden viljavuusluokista noin 60 prosenttia oli luokassa välttävä tai huonompi. Paras tilanne oli kuparilla ja magnesiumilla, joiden näytteistä 70 prosenttia oli luokassa tyydyttävä tai parempi. Rikki ja sinkki olivat noin 40 prosentissa näytteistä viljavuusluokassa välttävä tai huonompi. Mangaanilla näytteistä noin 45 prosenttia oli luokassa välttävä tai huonompi.

Tietokorteissa on kuvio pH:n vaikutuksesta ravinteiden liukoisuuteen, joka saatiin Farmit Website Oy:n nettisivuilta kuvakaappaustyökalua hyödyntäen. Kuvien käyttämiseen Farmit Website Oy:ltä oli pyydetty kirjallinen lupa sähköpostitse. Kuvien käyttämisen edellytyksenä oli, että lähde merkitään selkeästi tietokorttiin.

#### 6.4 Kustannusten ja tarvittavan sadonlisän laskeminen

Tietokortteihin selvitettiin sivu- ja hivenravinnepuutosten korjaamisen kustannuksia. Kustannuksina käytettiin lehtilannoitteen arvonnäkövero hintaa vuoden 2018 syksyllä ja lannoitteen levityksen keskimääräistä arvonnäkövero hintaa vuodelta 2016. Lannoitteiden hinnoissa oli toimittajien välillä eroja. Jos laskelmassa käytettävällä lannoitteella oli useampia markkinoijia, käytettiin laskelmissa kalliimpaa hintaa. Laskelmissa käytettiin lannoitteen suurinta käyttömäärää ja lannoitteeksi valittiin eniten ravinnetta sisältävä lannoite. Näihin ratkaisuihin päädyttiin, jotta kustannuksia ei laskettaisi alakanttiin. Lehtilannoitteita päädyttiin käyttämään laskelmissa, koska vain hivenravinteita sisältäviä raelannoitteita ei löytynyt.

Ensimmäisenä selvitettiin lannoitteiden hinnat, käyttömäärät sekä lannoitteiden sisältämät ravinteet taulukkoon, josta voitiin valita kaikkein eniten ravinnetta sisältävä lehtilannoite. Lehtilannoitteen hehtaarikustannus aloitettiin selvittämällä lannoitteen litrahinta (kuviokuva 14). Litrahinta saatiin selville jakamalla myyntipakkauksen hinta sen litramäärällä. Tämän jälkeen kerrottiin litrahinta selvitettyllä lannoitteen käyttömäärällä hehtaaria kohti, jolloin saatiin lehtilannoitteelle hehtaarikustannus.

LEHTILANNOITE	
Käytettävä lannoite:	Esimerkki
Myyntipakkaus: €	58,9
Myyntipakkaus: l	10
Litrahinta: €/l	5,89
Käyttömäärä: l/ha	5
Kustannus: €/ha	29,45

KUVA 11. Lehtilannoitteen hehtaarikustannuksen laskenta taulukko Excelissä (Heikkinen 2018-12-14g.)

Lehtilannoitteiden hehtaarikustannusten selvittämisen jälkeen selvitettiin levityskustannus. Laskelmissa käytettiin levityskustannuksena urakointihintaa, joka löydettiin Palvan (2017) raportista. Koska kaikki lannoitteet laskelmissa olivat lehtilannoitteita, käytettiin kasvinsuojeluruiskutuksen (kaikki) keskimääräistä urakointihintaa vuonna 2016. Urakointihintaa päädyttiin käyttämään vertailtavuuden helpottamiseksi. Urakointihinnassa ei huomioitu mahdollisia matkoja eikä odotusaikoja.

Lannoitteen käyttökustannusten selvittämisen jälkeen selvitettiin tarvittava sadonlisä eli kuinka paljon lisää satoa pitäisi tulla, jotta lannoittaminen olisi kannattavaa eli sadonlisän arvo olisi suurempi kuin lannoite- ja levityskustannukset. Tarvittava sadonlisä ei kerro, kuinka paljon lannoituksesta saatava sadonlisä on. Sadonlisän laskemista varten selvitettiin viljan ja rypsin hinnan arvonlisäveroton keskiarvo viideltä vuodelta ja laskettiin siitä kilohinta viljalle. Viiden vuoden keskiarvo laskettiin vuosilta 2014–2018. Tarvittava sadonlisä saatiin jakamalla hehtaarikustannukset viljan hinnalla. Tarvittava sadonlisä laskettiin ohralle tai rypsille tai molemmille riippuen ravinteiden puutoksen yleisyydestä kasvilla.

Ravinteille, joiden puutosoireet olivat Suomessa harvinaisia ei laskettu hehtaarikustannuksia tai sadonlisää. Tällaisten ravinteiden lisääminen ei todennäköisesti tuota sadonlisää, koska kasvilla ei ole niistä puutetta. Suomen markkinoilla ei myöskään ole täsmälannoitteita ravinteista, joiden puutosoireita ei Suomessa esiinny. Hehtaarikustannus ja tarvittava sadonlisä laskettiin kuitenkin molybdeenille, koska löytyi molybdeeni pitoinen lannoite. Suomessa ei ole analysoitu molybdeeni puutoksia pitkään aikaan, joten todellista ravinteiden puutostilannetta ei tiedetä.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Pohjois-Savossa vuosina 2011–2015 tehtyjen viljavuustutkimusten mukaan kaikkein huonoin ravintilanne oli boorilla, kalsiumilla ja fosforilla. Otetuista maanäytteistä noin 60 prosenttia oli näillä ravinteilla luokassa välttävä tai sitä huonompi. Paras tilanne on kuparilla ja magnesiumilla. Otetuista näytteistä 70 prosenttia oli luokassa tyydyttävä tai parempi. Mangaani oli noin 45 prosentissa näytteistä viljavuusluokassa välttävä tai huonompi.

Hehtaarisatoja voitaisiin parantaa satokuilun verran. Kaikkien viljojen keskimääräinen satokuilu oli noin 3 200 kiloa. Suurin satokuilu keskisatoon verrattuna oli rukiilla 4 500 kiloa ja pienin kevätvehnällä 2 600 kiloa. Rypsin ja rapsin satokuilu oli noin 770 kiloa. Täyden satopotentialin saavuttaminen toisi noin 400 euroa lisää hehtaarilta kevätvehnällä, kauralla ja ohralla käytettäessä viiden vuoden keskiarvo hintaa. Rukiilla vastaavasti se toisi noin 800 euroa lisää hehtaarilta. Rypsillä ja rapsilla täyden satopotentialin saavuttaminen tarkoittaisi noin 280 euron arvoista lisäsatoa hehtaaria kohden verrattuna keskisatoon.

Sivu- ja hivenravinnepuutosten korjaamisen tuoma sadonlisä välttävässä ja sitä huonommissa viljavuusluokissa voi olla yli 40 prosenttia. Jos pellostä saataisiin ilman puutoksen korjaamista keskisatoon verran satoa, puutoksen korjaaminen voisi kaventaa satokuilua jopa kolmanneksella. Sivu- ja hivenravinteiden ollessa tyydyttävässä viljavuusluokassa ne eivät todennäköisesti enää ole rajoittavia tekijöitä täyden satopotentialin saavuttamiselle.

Puutoksen korjaamisen hehtaarikustannus vaihteli noin 24–46 euron välillä. Suurimmat lehtilannoituksen hehtaarikustannukset olivat rikillä sekä kalsiumilla. Kalsiumlannoitus hoidetaan kuitenkin yleensä kalkituksen yhteydessä, koska kalkitusaineet ovat yleensä kalsiumpitoisia. Kalkitus nostaa maan pH:ta, jolloin muiden ravinteiden, kuten fosforin käytettävyyden paranee. Kaikkein pienin hehtaarikustannus oli viljojen boorilannoituksella. Puutoksien korjaaminen on kannattavaa, koska saatava sadon määrä kasvaa ja sadon laatu paranee. Lehtilannoittamisen kustannukset pienenevät, kun se levitetään kasvinsuojeluaineen levityksen yhteydessä.

Jatkossa tietokorttien päivittäminen on aiheellista, koska ravinteiden korjaamisen taloudellisen kannattavuuden laskennassa on käytetty laskenta hetken lannoitehintaa. Viljan ja rypsin hintana käytettiin viiden vuoden keskiarvoa, koska viljan hinta vaihtelee vuoden aikana paljon. Koska hinnat muuttuvat markkinoiden mukaan, tulisi tietokortteja päivittää jatkuvasti käytettäessä sen hetken hintaa. Keskiarvohintaa käytettäessä saadaan luotettavampi arvo sille, mitä korjaaminen maksaa ja kuinka paljon lisää satoa pitäisi saada. Tämän lisäksi voidaan vertailla eri ravinnepuutoksien kustannuseroja.

Työteho-seura on tähän asti teettänyt kyselyn, joka toinen vuosi urakoitsijoille, jossa selvitetään heidän hintojaan. Tässä opinnäytetyössä käytettiin vuoden 2016 kyselyn tuloksia. Mikäli kysely tehdään vuodelle 2018, tietokorttien talousosio tulisi päivittää tarvittaessa ajan tasalle. Hinnoissa ei aiempina kyselyvuosina ollut suuria eroavaisuuksia keskenään.

Kaikista ravinnepuutoksista ei löytynyt lannoituksella saatavaa sadonlisä tietoa. Ulkomaalaisia tuloksia käytettäessä on huomioitava se, että Suomen maaperä ja olosuhteet eivät ole samanlaisia. Osa tutkimuksista oli vanhoja, jolloin niiden toistaminen nykyisellä teknologialla voisi antaa erilaisia tai tarkempia tuloksia. Tietokortteja käytetään sekä sähköisessä että paperimuodossa hankkeen tarpeisiin. Tietokortteja voidaan hyödyntää myös Savonia-ammattikorkeakoulussa kasvintuotannon opetuksessa sekä Peltosalmella ammatillisen perustutkinnon opetuksessa.

## 8 PÄÄTÄNTÖ

Kiinnostuin kasvien ravinteista kasvinviljelyn suunnittelutunneilla, joilla kävimme läpi ravinteiden puutosoireita. Halusin perehtyä ravinteisiin tarkemmin, jotta osaisin tunnistaa puutosoireita paremmin ja ymmärtäisin ravinteiden merkityksen kasveille. Myös puutosoireiden korjaamisen kannattavuus kiinnosti: kuinka paljon korjaaminen maksaa ja mikä lannoittamisesta saatava hyöty on.

Tietokortteja tehdessä opin, millaisia puutosoireita kasvustoon voi tulla, mitkä kasvit ovat herkimpiä tietyn ravinteiden puutokselle ja esiintyykö puutosoireita Suomessa viljoilla, rypsiä tai rapsilla. Opin kuinka kasvi ravinteet ja mikä heikentää kasvin ravinteiden hyödyntämistä.

Opinnäytetyössä pyrin käyttämään mahdollisimman luotettavia lähteitä. Arvioin ulkomailla tehtyjen tutkimuksien soveltuvuutta Suomeen. Joitakin löydettyjä tutkimustuloksia ei hyödynnetty, koska niiden soveltuminen Suomen olosuhteisiin oli kyseenalaista.

Haastavinta työssä oli tiivistää tiedot tietokortteihin ymmärrettävästi, selkeästi ja pitää tietokorttien rakenne mahdollisimman yhtenäisenä. Joistakin ravinteista löytyi todella paljon tietoa ja joistakin ravinteista tietoa oli erittäin hankala löytää. Hintavertailussa käytin useamman yrityksen nettisivuja ja pyrin saamaan mahdollisimman paljon lannoitteita vertailuun. Tällöin sain selville kaikkein ravinnepitoisimman lannoitteen ja sen hehtaarikustannuksen.

Jatkossa voitaisiin selvittää, millaisia puutosoireita esiintyy hirssillä, tattarilla, kuminalla, härkäpavulla ja herneellä sekä maissilla. Esimerkiksi Yaran nettisivuilla tai CheckIt-sovelluksessa ei ole kerrottu edellä mainittujen erikoiskasvien ravinnepuutoksista. Myös näille kasveille lannoittamisen hehtaarikustannuksia ja saatavia sadonlisäyksiä olisi mielestäni järkevää tutkia.

Näiden kasvien ravinne puutosten selvittäminen olisi perusteltua, koska niiden viljelyalat Suomessa todennäköisesti tulevat nousemaan. Esimerkiksi tattarin viljely tulee todennäköisesti lisääntymään Suomessa, koska se on luontaisesti gluteeniton ja gluteenittoman ruokavalion noudattajien määrä on kasvanut (Luonnonvarakeskus s.a). Myös hirssi on luonnostaan gluteeniton viljelykasvi (Keskitalo 2017). Suomi tuottaa 28 prosenttia koko maailman kuminasta (Seppälä 2016). Rehumaisiin viljely on lisääntynyt useamman vuoden ajan Pohjois-Savon alueella ja sama suunta tulee todennäköisesti jatkumaan (Vänttinen 2017).

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AHO, Jarmo 2018-02-13. Lannoitus [Luento.] Iisalmi: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- BARNES, John 2016. Independent Agricultural Science is important [verkkojulkaisu]. Fertilizer New Zealand [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.fertnz.co.nz/june-2016/>
- EUROFINS 2018. Hinnasto [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-14.] Saatavissa: [https://cdnmedia.eu-rofins.com/european-east/media/2427055/eurofins-viljavuuspalvelu-hinnasto-2018-kotisivuille\\_040618.pdf](https://cdnmedia.eu-rofins.com/european-east/media/2427055/eurofins-viljavuuspalvelu-hinnasto-2018-kotisivuille_040618.pdf)
- EUROFINS s.a.a. Kasvianalyysit [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-14.] Saatavissa: <https://www.eu-rofins.fi/agro/analyysit/kasvianalyysit/>
- EUROFINS s.a.b. Lehtilannoitusohjeet [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-08.] Saatavissa: [https://cdnmedia.eu-rofins.com/european-east/media/1818592/mansikka\\_megalab\\_kotisivuille.pdf](https://cdnmedia.eu-rofins.com/european-east/media/1818592/mansikka_megalab_kotisivuille.pdf)
- FARMIT WEBSITE OY s.a.a. Kalkituksen vaikutukset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus/kalkin-vaikutukset>
- FARMIT WEBSITE OY s.a.b. Kalkitussuunnitelma [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus-ja-maanparannus/kalkitussuunnitelma>
- FARMIT WEBSITE OY s.a.c. Starttifosforilannoitus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-18.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/starttilannoitus>
- FARMIT WEBSITE OY 2009a. Opi tunnistamaan ravinteiden aiheuttamat puutosoireet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/03/13/opi-tunnistamaan-ravinteiden-aiheuttamat-puutosoireet>
- FARMIT WEBSITE OY 2009b. Ravinnepuutosten määrittäminen kasvustosta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-29.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/03/20/ravinnepuutosten-maarittaminen-kasvustosta>
- FARMIT WEBSITE OY 2017a. Selvitä viljelykasvien ravinnepuutokset kasvianalyysillä! [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-14.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2017/05/30/selvitaviljelykasvien-ravinnepuutokset-kasvianalyysilla>
- FARMIT WEBSITE OY 2017b. Suomessa tehdään ainutlaatuinen seleenitaydennys lannoitteisiin. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2017/01/25/suomessa-tehdään-ainutlaatuinen-seleenitaydennys-lannoitteisiin>
- HARMOINEN, Taina ja PELTONEN, Jari 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. Vantaa: ProAgria keskusliitto.
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14a. Tietokortti Word pohjalla [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat.
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14b. Malli tietokortti työsuunnitelmassa [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat.
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14c. Vaihtoehto lopulliselle tietokortille [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14d. Tietokortin ensimmäinen sivu [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14e. Tietokortin toinen sivu [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14f. Ravinteisuus maalajiryhmittäin koottuna Exceliin [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat
- HEIKKINEN, Heidi 2019-12-14g. Lehtilannoitteen hehtaarikustannuksen laskenta taulukko Excelissä [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Heidi Heikkisen sähköiset kokoelmat

- HILTUNEN, Sari ja HYYTIÄINEN, Teija 1999. Kasvintuotanto 1. 5. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- HUMUSPEHTOORI OY s.a. Maan kasvukunnon parantaminen [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.humuspehtoori.fi/maanparannus/maan-kasvukunnon-parantaminen/>
- HOLTEN, Vibhoda s.a. Viisi askelta hyvään kasvukuntoon-Miten lisätä humuksen määrää maassa [verkkojulkaisu]. Luomuliitto. [Viitattu 2018-12-06.] Saatavissa: [http://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2018/01/Tampere\\_5April2018\\_Vibhoda\\_FI\\_040418-2.pdf](http://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2018/01/Tampere_5April2018_Vibhoda_FI_040418-2.pdf)
- JUNNOLA, Netta ja Peltonen, Sari 2013. Kasvien ravinteidenotto, sadon ravinteet ja sadon määrän-arviointi [verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-11-10.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/16052796-Kasvien-ravinteiden-otto-sadon-ravinteet-ja-sadon-maaran-arviointi.html>
- KANERVA, Kaarina ja LESKINEN, Marja 1995. Kasvuntekijät, Mitä kasvi tarvitsee kasvaakseen? Helsinki: Chemas.
- KESKITALO, Marjo 2017. Hirssiä on viljelty Suomessa aikaisemminkin [verkkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/futurecrops/fi/viljely/hirssia-viljelty-suomessa-aikaisemminkin/hirssi/>
- KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. (toim.) Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkanniemessä. Helsinki: Yara.
- LAINE, Antti, HÖGNÄSBACKA, Merja, NISKANEN, Markku, OHRALAHTI, Kalle, JAUHIAINEN, Lauri, KASEVA, Janne ja NIKANDER, Hannele 2017. Virallisten lajikekokeiden tulokset 2009 – 2016 [verkkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537999/luke-luobio\\_1\\_2017.pdf?sequence=6](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537999/luke-luobio_1_2017.pdf?sequence=6)
- LUONNONVARAKESKUS 2018. Käytössä-oleva-maatalousmaa-2018-fi [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-01.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/uutiset/syyskylvoala-historiallisen-pieni-ohran-ja-rehunurmen-viljelyala-kasvussa/kaytossa-oleva-maatalousmaa-2018-fi/>
- LUONNONVARAKESKUS s.a.a. Ikinuori viljelykasvi tattari on jälleen ajankohtainen [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.luke.fi/futurecrops/fi/viljely/ikinuori-viljelykasvi-tattari-jalleen-ajankohtainen/>
- LUONNONVARAKESKUS s.a.b. Viljelykasvien sadot [verkkojulkaisu]. [viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_14%20Satotilasto/01\\_Viljelykasvien\\_sato.px/?rxid=3e5b47d0-73e1-4cec-80a8-cd50670fba9c](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__14%20Satotilasto/01_Viljelykasvien_sato.px/?rxid=3e5b47d0-73e1-4cec-80a8-cd50670fba9c)
- LUOMUTIETOPANKKI 2018. Kationinvaihtokapasiteetti-laskurilla parempi hyöty viljavuustutkimuksesta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-06.] Saatavissa: <https://luomu.fi/tietopankki/kationinvaihtokapasiteetti-laskurilla-parempi-hyoty-viljavuustutkimuksesta/>
- MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖN ASETUS KASVILAJIKKEIDEN LAJIKELUETTELOSTA. A 2978/01/2004. Finlex. viranomaiset [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/400001/19536?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=>
- MATTILA, Tuomas 2016. Hivenet siemenen pintaan [verkkojulkaisu]. Käytännön maamies [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Mattila-T-Hivenet-siementen-pintaan-KM-4-2016.pdf>
- MATTILA, Tuomas 2017. Kasvinesteanalyysistä apua ravinteiden hallintaan [verkkojulkaisu]. Käytännön maamies. [Viitattu 2018-12-06.] Saatavissa: <https://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/Mattila-T-Kasvinesteanalyysista-apua-ravinteiden-hallintaan-KM-2-2017.pdf>
- MATTILA, Tuomas 2018. Ravinteet tasapainoon – lannan ravinnekoostumuksen täydentäminen kasvien tarpeita vastaaviksi [verkkojulkaisu]. Helsingin yliopisto, Ruralia instituutti [Viitattu 2018-12-01.] Saatavissa: <https://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/sites/4/2018/02/Mattila-T.-Lannan-ravinnekoostumuksen-taydentaminen-20180201.pdf>

- MATTILA, Tuomas ja RAJALA, Jukka 2018. Kationinvaihtokapasiteetin määrittäminen ja käyttö viljavuus-analyysin tulkinnaissa [verkkojulkaisu]. Helsingin yliopisto, Ruralia instituutti. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/94242381-Kationinvaihtokapasiteetin-maaritys-ja-kaytto-viljavuus-analyysin-tulkinnassa.html>
- MÄKELÄ, Pirjo, SEPPÄNEN, Mervi, STODDARD, Fred ja YLI-HALLA, Markku 2008. Kasvutekijät. Julkaisussa: SEPPÄNEN, Mervi (toim.) Peltokasvien tuotanto. Opetushallitus. Helsinki: Opetushallitus, 7–8.
- MÄKELÄ, Pirjo ja YLI-HALLA, Markku 2008. Viljat Julkaisussa: SEPPÄNEN, Mervi (toim.) Peltokasvien tuotanto. Helsinki: Opetushallitus, 59–60.
- PALVA, Reetta 2017. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. [Verkkojulkaisu] Työte-hoseura. [Viitattu 2018-08-29] Saatavissa: <https://www.tts.fi/files/369/ttt12.pdf>
- PELTONEN, Sari s.a. Satotasojen merkitys viljantuotannon kannattavuuteen [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-01.] Saatavissa: [http://www.boreal.fi/media/Kasvussa\\_2\\_15\\_s14-15.pdf](http://www.boreal.fi/media/Kasvussa_2_15_s14-15.pdf)
- PELTONEN-SAINIO, Pirjo 2015. Ilmastonmuutoksen vaikutukset: case maatalous [verkkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-12-07.] Saatavissa: <https://www.slideshare.net/mmmvies-tinta/pirjo-peltonen-sainioilmastonmuutosmaatalous07102015>
- PÖNTINEN, Jaakko 2016. Maaperän happamuus ja ravinteiden otto. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 2018-09-25] Saatavissa: <http://pihastudio.fi/maaperan-happamuus-ja-kasvien-ravinteiden-otto/>
- RAJALA, Jukka 2005. 5.7 Kalkituksen suunnittelu- Maan happamuuden hallinnan suunnittelua [verkkojulkaisu]. Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <https://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/sites/5/2014/12/5.7.-5.8.-Kalkitus-ja-hivenlann-190405.pdf>
- RAJALA, Jukka 2006. 2. Maan viljavuus [Verkkojulkaisu]. Luonnonmukainen maatalous. [Viitattu 2018-10-04.] Saatavissa: [https://www.luomu.fi/materiaalit/Luonnonmukainen%20maatalous%20-kirja/2\\_Maan\\_viljavuus\\_52\\_s.pdf](https://www.luomu.fi/materiaalit/Luonnonmukainen%20maatalous%20-kirja/2_Maan_viljavuus_52_s.pdf)
- RUOKATIETO s.a. Kasvien ravinteiden otto. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-14.] Saatavissa: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/luonto/kasvien-biologiaa/kasvien-ravinteidenotto>
- RÖNNQVIST, Matias 2017. Peltopäivä 2017: Matias Rönnqvist ViljelijänBerneriltä kertoo mangaanimittarista [video]. Käytännön maamies. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=KdRztm1o09Q>
- SEPPÄLÄ, Antti 2016-07-08. Suomi on kuminan mahtimaa – yli neljännes maailman kuminasta on suomalaista [verkkojulkaisu]. Yle uutiset. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9010699>
- SPECTRUM ANALYTICS 2015a. Copper (Cu++) [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: [https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/cu\\_basics](https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/cu_basics)
- SPECTRUM ANALYTICS 2015b. Manganese (Mn++) [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-08.] Saatavissa: [https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/mn\\_basics](https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/mn_basics)
- SUOMEN YMPÄRISTÖPALVELU OY s.a.a. Ohjeita viljavuustutkimuksen tulkintaan. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-03.] Saatavissa: [www.suomenymparistopalvelu.fi/filewrap.php?c=&f=viljavuus\\_tulkinta.pdf](http://www.suomenymparistopalvelu.fi/filewrap.php?c=&f=viljavuus_tulkinta.pdf)
- SUOMEN YMPÄRISTÖPALVELU OY s.a.b. Viljavuustutkimukset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-14.] Saatavissa: <http://www.suomenymparistopalvelu.fi/index.php?p=Viljavuustutkimus2012>
- TIIHONEN, Mirja s.a. Miten mitata kasvin ravinnetarvetta? [Verkkojulkaisu]. ProAgria. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://www.proagria.fi/sisalto/miten-mitata-kasvin-ravinnetarvetta-9929>

VILJA-ALAN YHTEISTYÖRYHMÄ 2018. Viljelyalat lajikkeittain 2018 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-01.] Saatavissa: <https://www.vyr.fi/fin/ajankohtaista/uutiset/2018/07/viljelyalat-lajikkeittain-2018/>

VILJA-ALAN YHTEISTYÖRYHMÄ s.a. Viljojen ja öljykasvien tuotanto Suomessa [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: [https://www.vyr.fi/document/1/138/dda1706/muutra\\_0d8fcc7\\_Vilja\\_alanyhteisty\\_esite\\_suomi.pdf](https://www.vyr.fi/document/1/138/dda1706/muutra_0d8fcc7_Vilja_alanyhteisty_esite_suomi.pdf)

VILJAVUUSPALVELU 2008. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-25.] Saatavissa: <https://docplayer.fi/6586163-Viljavuustutkimuksen-tulkinta-peltoviljelyssa.html>

VILJELIJÄN AVENA BERNER s.a. Mangaanimittari NN-Easy55 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://viljelijanberner.fi/mangaanimittari-nn-easy55.html>

VÄNTTINEN, Alisa 2017-07-17. Maissin viljelymäärät kasvavat Suomessa [verkkojulkaisu]. Savon sanomat. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.savonsanomat.fi/kotimaa/Maissin-viljelym%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t-kasvat-Suomessa/1015319>

YARA s.a.a. Fosfori. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-09.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/>




YARA s.a.b. Yara Megalab™ [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-27.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/tyokalut/yara-megalab/>




YARA s.a.c. Yara N-Tester™ [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-02.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/tyokalut/yara-n-tester/>

YARA s.a.d. Sadon määrä. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-25.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/sato/>

## LIITE 1: TIETOKORTIT


## Kalsium

### Kalsium (Ca)

Viljat, öljykasvit




Kuva: Yara

**Kalsiumia tarvitaan** kasvin laadun ja terveyden ylläpitämiseen sekä kasvin rakenteen vahvuuteen soluseinien rakennusaineena. Se vaikuttaa maan pH-tasoon sekä veden ja ravinteiden kuljetukseen. Kalsium vähentää myös fosforin huuhtoutumista maaperästä.

**Kalsiumin puutosoireet** ilmaantuvat ensimmäisenä kasvin nuoriin lehtiin. Kalsium liikkuu huonosti kasvilla, ja vain nuorimmat juurten osat ottavat kalsiumkationeja maasta tehokkaasti.

Viljoilla kalsiumin puutosoireet ovat lippulehden kiertyminen, lehtien kärkien vaaleneminen ja juurten kasvun heikkeneminen.


Öljykasveilla kukinnot voivat kuittua kalsiumin ankarassa puutteessa, jolloin lehtien reunat ja kärjet muuttuvat harmahtavan ruskeiksi ja etenkin nuoret lehdet taipuvat ja voivat jopa kuittua.




Kuva: Yara

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



### Kalsium (Ca)




Ca viljavuusluokittain

Viljavuusluokka	Ca Pöytäkirja 2010	Ca Käsikirja 2010
1	~10%	~10%
2	~25%	~25%
3	~35%	~35%
4	~25%	~25%
5	~15%	~15%
6	~10%	~10%
7	~5%	~5%
8	~5%	~5%

**Kalsiumin puutetta pahentavat** maan alhainen pH ja kuivuus. Natrium- ja alumiinipitoiset maat, hiekkaiset ja kevyet maat sekä happamat eloperäiset maat pahentavat puutetta.

Kasveja lannoitetaan yleensä kalkituksen yhteydessä, koska kalkitusaineissa on 20–40 prosenttia kalsiumia. Kanan ja turkiseläinten lanta ovat kaikkein kalsiumpitoisimpia.



Ca maalajiryhmittäin


Maalajiryhmä	2011-2015
1	~1000,00
2	~2500,00
3	~2500,00

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
 öljykasvit: 34,51 €/ha  
 viljat: 42,65 €/ha

Tarvittava sadonlisä:  
 Rypsi: 95 kg/ha  
 Ohra: 291 kg/ha

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Magnesium

**SAVONIA** **PR Agria** 

**KASVI-Taito**

## Magnesium (Mg)

Puutos harvinainen viljoilla ja öljykasveilla



Kuva: Yara



Kuva: Yara

**Magnesiumia tarvitaan** yhteyttämiseen, solusemien pektiinaaliin, siementen vararavintoon fytiiniin ja entsyymien aktivaattoriksi. Lisäksi se osallistuu hiilihydraattien ja rasvojen muodostamiseen sekä niiden kuljetukseen ja suola-vesitasapainon säätelyyn. Öljykasveilla magnesium parantaa öljypitoisuutta ja tasoittaa kukintaa.


**Puutosoireet** ilmaantuvat ensimmäisenä vanhoihin lehtiin, koska magnesium on hyvin liikkuva ravinne. Oireita ovat kellertävät ja kloroottiset alueet lehtisuonten välillä sekä mahdollinen punerrus lehtien reunoissa. Lehtien reunat ja suonten väliset alueet voivat myöhemmin muuttua ruskeiksi.

Magnesiumin puutosoireita esiintyy Suomessa vain perunalla, muilla kasveilla se on harvinainen.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytöiden täydennuskoulutushanke


Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



**SAVONIA** **PR Agria** 

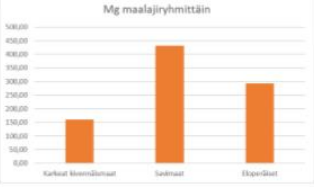
**KASVI-Taito**

## Magnesium (Mg)



**Mg viljavuusluokittain**

Viljavuusluokka	Mg Peltomaa (kg/ha)	Mg Koko maa (kg/ha)
1	~5	~5
2	~10	~10
3	~15	~15
4	~25	~25
5	~35	~35
6	~45	~45
7	~55	~55
8	~65	~65



**Mg maalajiryhmittäin**

Maalajiryhmä	Mg (kg/ha)
Kirkkaat kivennäismaat	~150
Särmämaat	~450
Eläinlämmät	~300

**Magnesiumin puutetta pahentavat** turvemaat ja hiekkaiset maat, alhainen maan pH, korkea kaliumpitoisuus sekä kylmä ja märkä sää.


Magnesiumia on luonnostaan parhaiten savimaissa.

Kananlanta on lannoista magnesiumipitoisinta.

**Magnesiumpitoisen lehtilannoituksen hehtaarikustannus noin: 35,75 €/ha**  
Tarvittava sadonlisa: Ohra: 244 kg/ha

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytöiden täydennuskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Rikki



KASVI-Taito



## Rikki (S)

## Rypsi

Kuva: Yara



**Rikkiä tarvitaan** typen käyttöön. Rikin puutoksessa typen otto heikkenee. Rikki on osana lehtivihreän muodostumista sekä entsyymien ja rasvahappojen muodostusta. Rikkiä tarvitaan valkuaisaineiden muodostumiseen mm. metioniinin ja kysteiniinin osana.

Rypsin rikin tarve on yhtä suuri kuin fosforin tarve.

**Rikin puutosoireet** muistuttavat typen puutosoireita, mutta ilmestyvät ensimmäisenä nuoriin lehtiin. Kasvusto on kellanvihreää ja epätasaista, ja kasvu on heikkoa.

Pahassa rikin puutteessa rypsin lehdet voivat muuttua punertaviksi ja kukinta häiriintyy.



Kuva: Yara

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

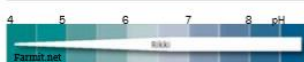
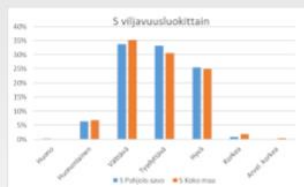
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



KASVI-Taito



## Rikki (S)



**Rikin puutetta pahentavat** kevyet ja hiekkaiset maalajit, maan pH:n ja multavuuden alhaisuus, maan liallinen märkyys ja huono rakenne sekä alueet, joilla on teollisuuden päästöjä vain vähän.

Kenttäkokeissa on huomattu, että välttävällä ja sitä huonommilla viljavuusluokilla rikkilannoitus voi tuoda 10–30 prosenttia lisää sataa.

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
Öljykasvit: 46,20 €/ha  
Viljat: 32,20 €/ha

Tarvittava sadonlisä:  
Rypsi: 127 kg/ha  
Ohra: 219 kg/ha

Lehtilannoitusohjeet on lähtökohtaisesti tarkoitettu ohjeeksi. Käytä aina lannoitusohjeiden mukaisesti. Ohjeet on tarkoitettu ohjeeksi. Ohjeet on tarkoitettu ohjeeksi.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Boori



KASVI-Taito



## Boori (B)

Öljykasvit, ristikkukaiset



Kuva: Farmit.net



Kuva: Yara

**Booria tarvitaan** siemen itämiseen, kukinnan onnistumiseen, tasaiseen tuleentumiseen ja soluseinän rakentamiseen. Boori on välttämätön siitepölyhiukkasten siiteputkien kasvulle, ja se osallistuu sokerien kuljetukseen, proteiinisynteesiin ja hiilihydraattiaineenvaihduntaan. Boori ei pysty liikkumaan vanhoista kasvinosista nuoriin.

**Boorin puutosoireet** näkyvät ensimmäisenä nuorissa lehdistä. Öljykasveilla ylimmät lehdet ovat epämuodostuneita, poimuisia, hauraita, tummanvihreitä ja normaalia pienempiä, ja niissä saattaa esiintyä tummia ja kuolleita alueita. Juurten kehittyminen on heikkoa, ja niissä voi olla halkeamia.

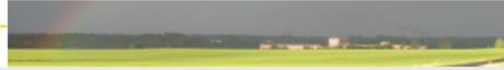
Tuleentuminen on epätasaista, ja kasvupisteetkin voivat kuolla myös viljoilla. Viljojen korret paksuuntuvat, ja lehdet sekä vihneet ovat epämääräisesti vääntyneitä.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennuskoulutushanke

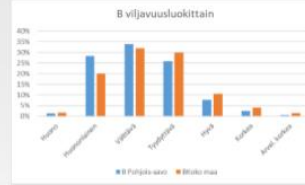
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



KASVI-Taito



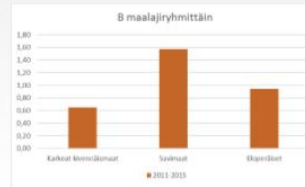
## Boori (B)



**Boorin puutetta pahentavat** karkeat ja vähäorgaaniset maat, korkean pH:n maat, kuiva kasvukausi sekä kuiva ja märkä sää. Korkeat typpi- ja kalsiumpitoisuudet lisäävät boorin puutosriskiä.

Booria on luonnostaan eniten savimaissa.

Kanan- ja lampaanlanta ovat lannoista booripitoisimpia.



Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
Öljykasvit: 33,73 €/ha  
Viljat: 23,38 €/ha

Tarvittava sadonlisä:  
Rypsi: 93 kg/ha  
Ohra: 159 kg/ha

Lehtilannoitusohjeet on tarkoitettu booripuutoksen korjaamiseen. Käytä lehtilannoitusta sääntöjen mukaisesti.  
Kuva: Savonia Agria, 2017-2018, sivu 4-8. Osoite: Savonia Agria, 2017-2018, sivu 4-8.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennuskoulutushanke

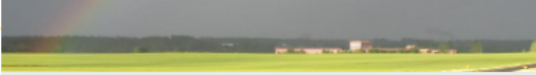
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Kloori



KASVI-  
Taito



## Kloori (Cl)

### Ei puutosta Suomessa

Klooria tarvitaan yhteyttämiseen sekä ilmarakojen sulkeutumisen ja avautumisen säätelyyn. Kloori auttaa myös suolatasapainon ylläpitämisessä.

Kloori on helposti huuhtoutuva ravinne, jota tulee kasveille myös sateen mukana. Viljelysmaissa klooria on yleensä yli kasvin tarpeen, mutta se ei ole viljoille eikä öljykasveille haitaksi. Sen sijaan peruna ja puutarhakasvit ovat arkoja korkeille klooripitoisuuksille.

Kloorilla on nitraattitypen ottoa vähentäviä vaikutuksia.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutusohanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Kupari



KASVI-Taito



## Kupari (Cu)

Viljat, etenkin ohra ja kaura



Kuva: Farmit.net



Kuva: Farmit.net

**Kuparia tarvitaan** valkuaisaine- ja hiilihydraattisynteesiin ja entsymaattisiin toimintoihin. Kupari vaikuttaa myös viljan korren paksuuteen, siitepölyn laatuun, symbioottisen typensidonnan onnistumiseen, siemenen itävyyteen ja juurinysträbakteerien toimintaan.

**Kuparin puutosoireet** ilmaantuvat ensin nuorien lehtien kärkien reunoihin vaaleina tai kellertävinä laikkuina. Ohralla ja kauralla tätä kutsutaan myös keltakärkitaudeksi.

Kuparin puutos esiintyy usein piilevänä, koska vähäinen puutos ei aiheuta näkyviä oireita kasvuun vaan ilmenee lähinnä satotason alentumisena ja jyvien laadun heikkenemisenä.

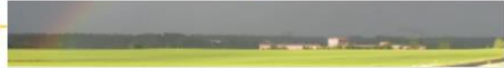


Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

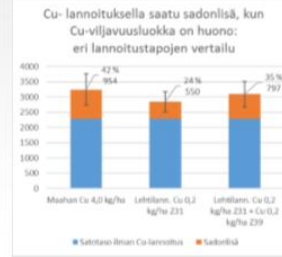
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



KASVI-Taito



## Kupari (Cu)



**Kuparin puutetta pahentavat** korkea typpi- ja sinkkipitoisuus maassa. Kuparin puutos on todennäköisin kalkkipitoisilla mailla ja turvemilla sekä kärkeän hiedan ja hienon hiekan mailla. Savimilla kuparipitoisuus on yleensä suurempi kuin muilla maalajeilla. Kupari sitoutuu herkästi eloperäiseen ainekseen, esimerkiksi edellisen sadon olkiin.

Kuparin liukoisuus huononee matalissa ja korkeissa pH:ssa. Kupari on kaikkein parhaiten käytettävissä, kun maan pH on mahdollisimman neutraali. Kasvi ottaa kuparin maasta muodossa Cu<sup>2+</sup>.

Sian ja kanan kuivalannat ovat kaikista lannoista kuparipitoisimmat.

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
26,80 €/ha  
Tarvittava sadonlisä:  
Ohra: 183 kg/ha

Lähtöaine: KASVI-TAITO - KASVINVILJELYTILOJEN TÄYDENNYSKOULUTUSHANKE - OHRA 2023 - KESÄ 2023  
Lähtöaine: Ohra 2023 - KESÄ 2023 - KASVINVILJELYTILOJEN TÄYDENNYSKOULUTUSHANKE - OHRA 2023 - KESÄ 2023

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

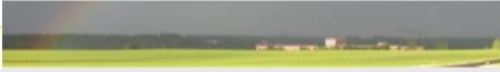
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Mangaani



KASVI-Taito



## Mangaani (Mn)

Kaura (herkin), ohra, ruisvehnä ja ruis



Kuva: Yara



Kuva: Yara

**Mangaania tarvitaan** viherhiukkasten toimintaan ja yhteyttämiseen sekä ligniinin muodostumiseen. Mangaani parantaa myös kasvien tynen hyväksikäyttöä ja mahdollistaa muiden ravinteiden optimaalista käyttöä. Mangaani parantaa myös kasvin talven- ja taudinkestävyyttä.

**Mangaanin puutosoireina** lehtiin tulee harmaita tai vaalean ruskeita laikkuja, jotka lopulta kasvavat yhteen, ja lehti kuolee. Ensimmäisenä oireet ilmestyvät nuoriin ja keskimmaisiin lehtiin. Mangaanin puutos aiheuttaa kauralle harmaalaikkautia, joka lievässä tapauksissa näkyy tavallista vaaleampana kasvustona. Mangaanin puutos ohralle ilmenee vaaleanvihreinä lehtinä. Öljykasveilla mangaanin puutos aiheuttaa myös lehtisuonten kellertymistä.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

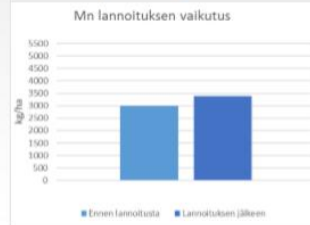
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



KASVI-Taito



## Mangaani (Mn)



**Mangaanin puutosta pahentavat** myös hiekkaiset maat, korkea pH, kylmät ja märät kaudet sekä ilmavat ja rautapitoiset maat.

Mangaanin saanti vaikeutuu korkean multavuuden lohkolla, koska mangaani hapettuu, jolloin sen käyttökelpoisuus heikkenee.

Tavallisin mangaanin puutoksen esiintymisaika on viileinä ja märkinä keväänä, jolloin juuriston ravinteiden otto on hidasta. Lämmin ajanjakso tämän jälkeen pahentaa puutetta entisestään.

Kanan- ja lampaanlanta ovat kaikkein mangaanipitoisimpia lantoja.

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
36,34 €/ha  
Tarvittava sadonlisä:  
Ohra: 248 kg/ha

Lehtilannoitusohjeet on MTT:n kasvinviljelytietokeskuksen verkkosivustolla  
1846/2016 kasvinviljelytieto/2016/01/01/2016/2016/lehtilannoitus\_ohjeet\_2016.pdf

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito

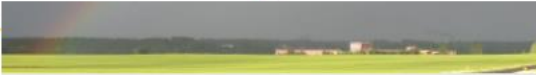




## Rauta



KASVI-  
Taito



## Rauta (Fe)

Puutos harvinainen



Kuva: Yara

**Rautaa tarvitaan** fysiologisiin ja biokemiallisiin toimintoihin, lehtivihreän muodostumiseen ja toimintaan sekä fotosynteesiin.

**Raudan puutosoireet** näkyvät nuorissa lehdissä aluksi keltaisina juovina ja vanhemmissa lehdissä lehtisuonten välisen alueen vaalenemisena. Pahassa puutteessa vaaleneminen leviää koko lehteen ja lehdestä tulee vaaleankeltainen vain lehtisuonet jäävät vihreiksi.

**Raudan puutetta pahentavat** maan korkea pH, pellon huono vesitalous ja korkea kupari-, mangaani- tai sinkkipitoisuus sekä kalkkipitoiset maat.



Kuva: Yara



Kuva: Farmit.net



Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennuskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Sinkki



KASVI-Taito



## Sinkki (Zn)

Viljat



Kuva: Yara

**Sinkkiä tarvitaan** valkuaisaineiden, hiilhydraattien ja auksiinihormonin muodostumiseen. Lisäksi se vaikuttaa solukalvojen rakenteisiin ja solujen suojaamiseen happiradikaaleilta. Sinkki hidastaa solujen vanhentumista sekä vaikuttaa perunan tärkkelyspitoisuuteen.



Kuva: Yara

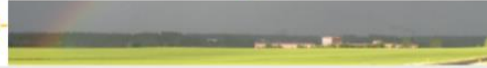
**Sinkin puutteessa** viljan lehdet muuttuvat kloroottisiksi, ja lehtisuonten välillä esiintyy valkeita alueita ja kellertäviä viiruja. Suurempi sinkin puutos aiheuttaa vanhempien lehtien ennenaikaista tulleentumista, soluvälien lyhentymistä ja viljan lehdissä ja korsiissa voi olla harmahtavia alueita. Sinkin puutos ei ole yleinen öljykasveilla.

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

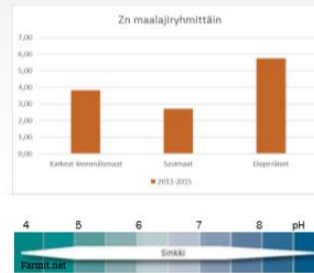
Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



KASVI-Taito



## Sinkki (Zn)



4 5 6 7 8 pH

Farmit.net

**Sinkin puutetta pahentavat** paljon varastofosforia sisältävät maat sekä korkean fosfori- ja kuparipitoisuuden maat, maan korkea pH, eloperäiset maat sekä kylmät ja märät olosuhteet.

Turkiseläimien sekä kanan ja sian lannat ovat kaikkein sinkkipitoisimpia lannoita.

Eloperäiset maat ovat kaikkein sinkkipitoisimpia.

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
31,88 €/ha  
Tarvittava sadonlisä:  
Ohra: 217 kg/ha

Lehtilannoitusohjeet on löydettävissä kasvitaitohanke.savonia.fi/lehtilannoitusohjeet/

Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## Seleni



KASVI-  
Taito



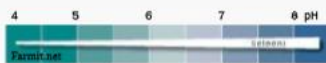
## Seleni (Se)

Seleni ei virallisesti ole kasviravinne, koska se ei ole välttämätön kasvin elinkierrossa. Seleniä lisätään lannoitteisiin turvaamaan ihmisten ja eläinten selenin saanti. Seleni on myrkyllistä liian suurina pitoisuuksina ja kerääntyy kasviin herkästi, joten selenilannoitus tapahtuu pieninä määrinä vuosittain.

Seleni suojaa kasvia UV-säteilyltä, hidastaa sen vanhenemista ja parantaa kasvin stressinsietokykyä.

Parhaiten seleni on kasvien käytettävissä ilmassa ja emäksisissä maissa. Joissakin maissa, esimerkiksi Irlannissa, seleniä on maaperässä myrkyllisiä pitoisuuksia.

Naudanlannassa ei ole kasveille käyttökelpoisen muotoista seleniä. Seleniä ei myydä yksittäisenä lannoitteena vaan sitä lisätään NPK-lannoitteisiin.









Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytulojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito




## Starttifosfori

### Starttifosfori (P)




Kuva: Yara

**Fosforia tarvitaan** kasvin sokereiden muodostukseen ja valkuaisaineiden synteisiin. Lisäksi se edistää kasvien juurten kasvua ja parantaa kasvin ravinteiden- ja vedenottoa. Fosfori vaikuttaa saatavan sadon määrään, siementen kokoon ja tuleentumiseen sekä parantaa sadon laatua.

**Fosforin puutteessa** vanhoihin lehtiin tulee punertava tai liilan sävyinen väri. Juuristo on matalaa ja haaroittumatonta. Jyvien koko pienenee, sadon määrä alenee ja tuleentuminen hidastuu. Muiden ravinteiden käytettävyys huononee fosforin puutteessa.

Puutosoireet ovat silmin nähtävissä vasta kovassa fosforin puutteessa.

### Starttifosfori (P)



Kuva: Farnit.net

**Fosforin puutetta pahentavat** maan alhainen pH, tiivistynyt maa ja fosforiton lannoitus sekä liian märkä, kylmä ja kuiva maa.


Starttilannoituksella sadonlisää voidaan saada 5–10 %. Suurin hyöty starttifosforista on viileinä keväinä, happamilla mailla ja viljeltäessä pienisiemisiä kasveja.

Kanan- ja turkiseläinten lannat ovat fosforipitoisimpia lantoja.

Lehtilannoituksella puutoksen korjaaminen maksaa noin:  
29,09 €/ha


Tarvittava sadonlisä:  
Ohra: 198 kg/ha  
Rypsi: 80 kg/ha

#### P viljavuusluokittain




Viljavuusluokka	P Puolikas lehti	Fokosmaa
1	~10%	~10%
2	~15%	~15%
3	~35%	~35%
4	~30%	~30%
5	~15%	~15%
6	~10%	~10%
7	~5%	~5%
8	~5%	~5%

#### Starttifosfori lannoituksen vaikutus



Viljavuusluokka	Ennen lannoitusta (kg/ha)	Lannoituksen jälkeen (kg/ha)
6	~3000	~3500
7	~3000	~3500




4 5 6 7 8 pH

Farnit.net


Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



Kasvi-Taito  
Kasvinviljelytilojen täydennyskoulutushanke

Kasvitaitohanke.savonia.fi  
facebook.com/kasvitaito



## LIITE 2: TIETOKORTTIEN LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

EUROFINS s.a. Happamuus ja ravinteisuus viljavuusluokittain maaseutukeskuksen ProAgria Pohjois-Savo ja koko maan alueella: 2006-2010 [verkkojulkaisu]. Viljavuustilastot [Viitattu 2018-05-23.] Saatavissa: <http://www.tuloslaari.fi/>

FARMIT WEBSITE OY s.a. Hivenlannoitus [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-08-28.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/hivenlannoitus>

HANKKIJA OY, Iisalmen myymälä 2018-09-10. Tarjous: Lannoitteiden hinnat. Sijainti: Tekijän omat arkistot.

KOIVUNEN, Kalevi 2018-09-19. Lannan ravinnepitoisuuksista [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Heidi Heikkinen. [Tulostettu 2018-09-21.] Saatavissa: Iisalmi. Tekijän sähköiset arkistot.

NIKKILÄ, Jyrki ja NURMI, Mikko 2009. Karjanlannan kannattavuustekijät lannoituksessa [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-08-27.] Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2345/Mikon%20ja%20Jyrkin%20tyo.pdf?sequence=1>

PALVA, Reetta 2017. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat [verkkojulkaisu]. Työteho-seura. [Viitattu 2018-08-29.] Saatavissa: <https://www.tts.fi/files/369/ttt12.pdf>

SALO, Tapio 2016. Lannan hyödyt ja maanparannusvaikutus [verkkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2018-08-29.] Saatavissa: [http://www.ymparistotiedonfoorumi.fi/wp-content/uploads/2016/01/Salo-Tapio\\_Lannan-hyodyt-ja-maaperavaikutus\\_110316.pdf](http://www.ymparistotiedonfoorumi.fi/wp-content/uploads/2016/01/Salo-Tapio_Lannan-hyodyt-ja-maaperavaikutus_110316.pdf)

SUOMEN VIRALLINEN TILASTO, 2018. Maataloustuotteiden tuottajahinnat [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu 2018-10-25.] Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/matutu/index.html>

VILJA-ALAN YHTEISTYÖRYHMÄ 2018. Kotimaan hinnat [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-08-27.] Saatavissa: <https://www.vyr.fi/fin/markkinatieto/kotimaan-hinnat/>

VILJELIJÄN AVENA BERNER s.a. Lehtilannoitteet [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-03.] Saatavissa: <https://viljelijanberner.fi/lannoitteet-ja-maanparannus/lehtilannoitteet.html>

YLHÄINEN, Annaleena 2014. Suuri lannoitekatsaus [verkkojulkaisu]. Käytännön maamies. [Viitattu 2018-08-27.] Saatavissa: <http://kaytannonmaamies.fi/suuri-lannoitekatsaus/>

### KALSIUM

FARMIT WEBSITE OY s.a. Kalsium [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-27.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/kalsium>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. (toim.) Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkanniemessä. Helsinki: Yara

YARA s.a. Kalsiumin puute [verkkojulkaisu] [Viitattu 2017-09-27.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitsemus/deficiencies/ca/01-13588-kalsiumin-puute--viljat/>

## MAGNESIUM

FARMIT WEBSITE OY 2009. Tunnista magnesiumin puutosoireet kasvustosta- magnesium ravinteena [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-12.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/01/tunnista-magnesiumin-puutosoireet-kasvustosta-magnesium-ravinteena>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

YARA s.a. Magnesiumin puutos viljat [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitsemus/deficiencies/mg/13389-magnesiumin-puutos---viljat/>

## RIKKI

FARMIT WEBSITE OY 2009. Tunnista rikin puutosoireet kasvustossa- rikki ravinteena [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-28.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/03/23/tunnista-rikin-puutosoireet-kasvustosta-rikki-ravinteena>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

YARA s.a. Rikin puute verrattuna optimilannoitukseen [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-28.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitsemus/deficiencies/s/13460-rikin-puute-verrattuna-optimilannoitukseen---viljat/>

## BOORI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Boori [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/boori>

FARMIT WEBSITE OY 2009. Boorin puutosoireet ja boori ravinteena [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa: <http://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/19/boorin-puutosoireet-ja-boori-ravinteena>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

YARA s.a. Boorin puutos [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitsemus/deficiencies/b/01-13528-boorin-puutos---viljat/>

## KLOORI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Kloori [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-12.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteiden-merkitys-ja-otto/kloori>

## KUPARI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Kupari [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa:

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/kupari>

FARMIT WEBSITE OY, 2009. Ohra ja kaura ovat herkimpiä kuparin puutteelle [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/22/ohra-ja-kaura-ovat-herkimpia-kuparin-puutteelle>

Flore N. A, Goh T. B., KARAMANOS, R. E. ja Pomarenski Q., 2003. The effect of foliar copper application on grain yield and quality of wheat [verkkojulkaisu]. Tekijän sähköiset arkistot.

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. (toim.) Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

SPECTRUM ANALYTIC, s.a. Copper (Cu++) [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa:

[https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/cu\\_basics](https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/cu_basics)

YARA s.a. Kupari [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-23.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/kupari/>

YARA s.a. Kuparin puute- viljat [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-23.] Saatavissa:

<http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitseemus/deficiencies/cu/01-13358-kuparin-puute---viljat/>

## MANGAANI

AHO, Jarmo 2018-02-13. Viljelijän Berner. [Luento]. Siementuotantokoulutus- Kasvinsuojelu osana siementuotantoa. Iisalmi: Savonia-ammattikorkeakoulu.

FARMIT WEBSITE OY s.a. Hivenlannoitus [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa:

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/hivenlannoitus>

FARMIT WEBSITE OY s.a. Mangaani [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-26.] Saatavissa:

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/mangaani>

FARMIT WEBSITE OY 2009. Tunnista mangaanin puutosoireet kasvustosta- mangaani ravinteena [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-26.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/16/tunnista-mangaanin-puutosoireet-kasvustosta-mangaani-ravinteena>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

SPECTRUM ANALYTIC s.a. Manganese (Mn++) [verkkojulkaisu]. Articles. [Viitattu 2018-05-31.] Saatavissa: [https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/mn\\_basics](https://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/mn_basics)

VILJELIJÄNBERNER s.a. Wuxal Terios Mn+. [Esite]. Iisalmi: Tekijän kirjalliset aineistot

YARA s.a. Mangaanin puutos- viljat [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-27.] Saatavissa:

<http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ruis/kasvinravitseemus/deficiencies/mn/01-13391-mangaanin-puutos---viljat/>

YARA s.a. Mangaanin puutos- ohra [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2017-09-27.] Saatavissa:

<http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ohra/ratkaisut/puutosoireet/mn/13478-mangaanin-puutos---ohra/>

YARA s.a. Mangaanin puutos- kaura [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-27.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/kaura/ratkaisut/puutosoireet/mn/01-13391-mangaanin-puutos---kaura/>

## MOLYBDEENI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Molybdeeni [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-08-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/molybdeeni-0>

FARMIT WEBSITE OY 2009. Molybdeenin merkitys kasvissa [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-08-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/05/04/molybdeenin-merkitys-kasvissa>  
 PELTONEN, Jari ja HARMOINEN, Taina 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. Vantaa: ProAgria Keskusten Liitto

YARA s.a. Molybdeeni [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-03.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/molybdeeni/>

## RAUTA

FARMIT WEBSITE OY s.a. Rauta [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-08-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/rauta>

FARMIT WEBSITE OY 2009. Raudan merkitys kasvissa [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-08-28.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/04/29/raudan-merkitys-kasvissa>

YARA s.a. Raudan puute [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/ohra/ratkaisut/puutosoireet/fe/01-13418-raudan-puute---ohra/>

## SINKKI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Sinkki [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-26.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/sinkki>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkanniemessä. Helsinki: Yara

PELTONEN, Jari ja HARMOINEN, Taina 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

YARA s.a. Sinkki [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2017-09-26.] Saatavissa: <http://www.yara.fi/lannoitus/kasvit/peruna/avainasiat/sinkki/>

YARA s.a. Sinkki [verkkajulkaisu]. Ravinteet. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/sinkki/>

YARA s.a. Sinkin puutos – öljykasvit [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-05-30.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/oljykasvit/ravinnepuutokset---oljykasvit/sinkin-puutos---oljykasvit/>

## SELEENI

ACSESS DIGITAL LIBRARY s.a. Abstract [verkkojulkaisu]. Selenium in Agriculture and the Environment. [Viitattu 2018-09-18.] Saatavissa: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/abstracts/sssaspecialpubl/seleniuminagric/51?access=0&view=pdf>

FARMIT WEBSITE OY s.a. Haitallisten aineiden liukoisuus maassa eri pH-tasolla [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-25.] Saatavissa: [https://www.farmit.net/sites/default/files/role\\_15/kalkitus\\_haitalliset.gif](https://www.farmit.net/sites/default/files/role_15/kalkitus_haitalliset.gif)

FARMIT WEBSITE OY 2017. Suomessa tehdään ainutlaatuinen seleenitäydennys lannoitteisiin [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-25.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2017/01/25/suomessa-tehdaan-ainutlaatuinen-seleenitaydennys-lannoitteisiin>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

PELTONEN, Jari ja HARMOINEN, Taina 2009. Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

SIENCEDIRECT s.a. Selenium [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-18.] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/selenium>

YARA s.a. Naudanlanta lannoitteena [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-22.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/karjanlanta-ja-kierratysravinteet/naudanlanta-lannoitteena/>

YARA s.a. Seleenilannoitusta suomalaisten terveydeksi. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-14.] Saatavissa: <https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/seleeni/>

YLÄRANTA, Toivo 1980. Viljelysmaiden seleenistä. Kasvien seleenistä [verkkojulkaisu]. Maatalouden tutkimuskeskus ja maantutkimuslaitos. [Viitattu 2018-09-14.] Saatavissa: [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/519336/mtl\\_tiedote11\\_80.pdf?sequence=1](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/519336/mtl_tiedote11_80.pdf?sequence=1)

## STARTTIFOSFORI

FARMIT WEBSITE OY s.a. Fosfori [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-12.] Saatavissa:

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet/fosfori>

FARMIT WEBSITE OY s.a. Starttifosforilannoitus [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-12.] Saatavissa:

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/starttilannoitus>

FARMIT WEBSITE OY 2009. Tunnista fosforin puutosoireet kasvustossa – fosfori ravinteena [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-10-15.] Saatavissa: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/03/26/tunnista-fosforin-puutosoireet-kasvustosta-fosfori-ravinteena>

KAUPPILA, Raimo 2014. Ravinteet sijoittamalla kasvien käyttöön [verkkajulkaisu]. Leipä leveämmäksi 1/14. [Viitattu 2018-09-08.] Saatavissa: <https://yaraurl.com/3pr0>

KILKKI, Niko ja LUOMANPERÄ, Seija 2011. Maan parhaaksi 50 vuotta suomalaista ravinnetutkimusta Yara Kotkaniemessä. Helsinki: Yara

YARA s.a. Fosforin puute- Ohra [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-12.] Saatavissa:

<https://www.yara.fi/lannoitus/ohra/ravinnepuutokset---ohra/fosforin-puute---ohra/>

YARA s.a. Fosforin puute – Öljykasvit [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-12.] Saatavissa:

<https://www.yara.fi/lannoitus/oljykasvit/ravinnepuutokset---oljykasvit/fosforin-puute---oljykasvit/>

YARA s.a. Mitä hyötyä fosforista on? [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-12.] Saatavissa:

<https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/fosfori/fosforin-hyodyt-elaimille-ja-kasveille/>