

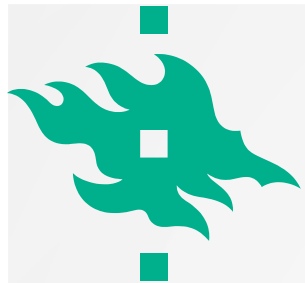
# KÄYTÄNNÖN VINKKEJÄ MANGAANITALOUDEN HALLINTAAN

-Voiko viljelijä vaikuttaa mangaanin biosaatavuuteen?

Veera Manka, MMK

Helsingin yliopisto

27.11.2019



# SISÄLTÖ

OSA I Mangaani kasvissa ja maassa

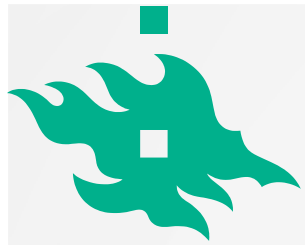
Biosaatavuuden ja kierron ymmärtäminen mangaanitalouden hallinnan pohjana

OSA II Mangaanitalouden hallinta viljelyssä

Viljavuusmangaani, varmat tärpit, kevyttä spekulatiota ja katsaus tulevaisuuteen

OSA III Mangaanin pikamittaus fluoresenssimenetelmällä

Mangaanitalouden ongelmanratkaisumatriisi ja keskustelua



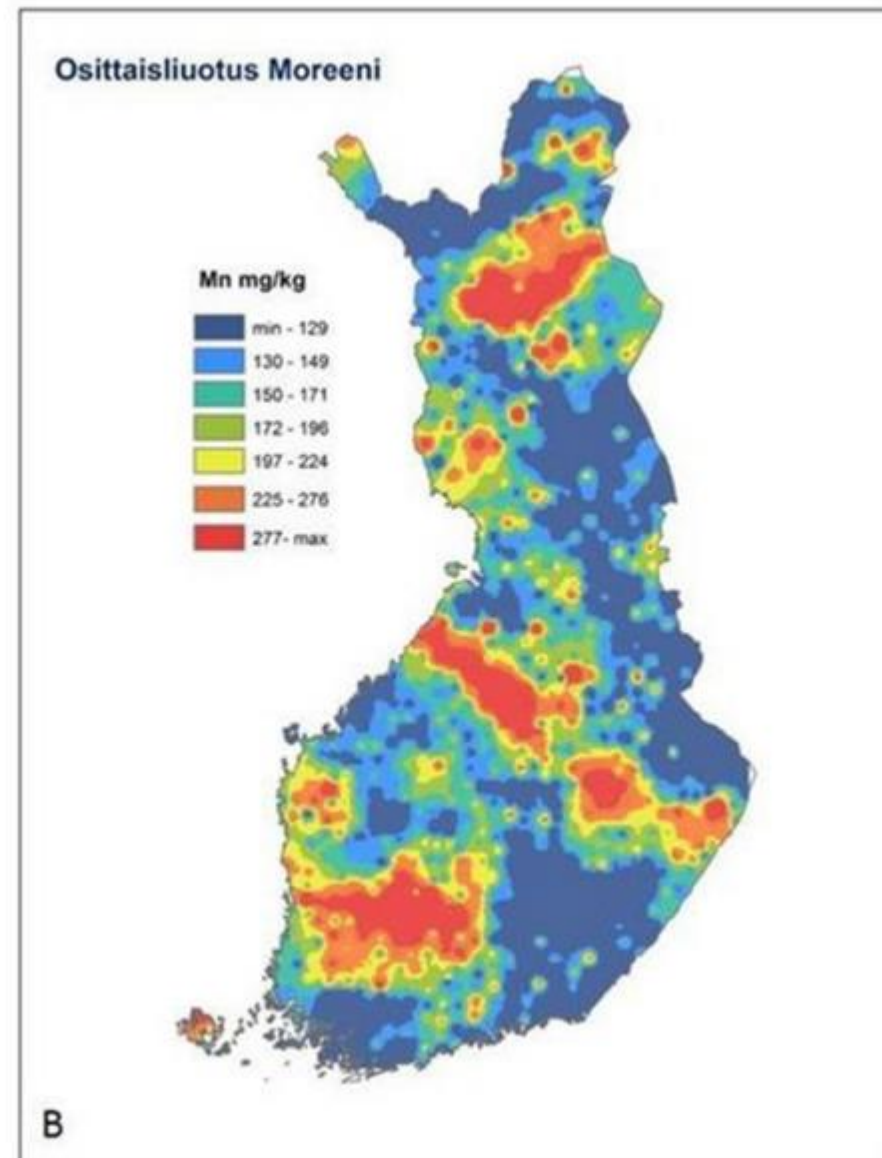
# MANGAANI KASVISSA

- Ei juuri liiku kasvissa – puutosoireet ensin nuorimmissa kasvinosissa
- Riittävä mangaani yhteyttämisen edellytys
  - Fotosysteemi II keskusatomi (Hakala ym. 2006)
- Mn parantaa kasvuston stressinsietokykyä
  - Kasvitautiresistenssi – ligniinin muodostus ja peroksidaasiyhdisteet
    - maalevintäiset taudit esim. perunarupi ja viljojen mustatyvitauti sekä tuulilevintäiset sienitaudit kuten härmät (Brennan 1992; Graham & Webb, 1991)
  - Ympäristöstressi – vahakerros, useat entsyymit
    - esim. kuivuuden-, kuumuuden ja hallankestävyys (Hebbern ym. 2009)
- Rooli myös esimerkiksi solunjakautumisessa ja aminohapposynteesissä

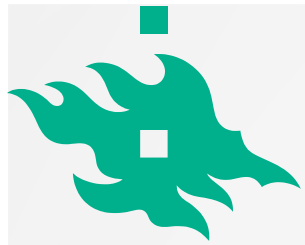


# MANGAANI MAAPERÄSSÄ

- Mn maankuoren kolmanneksi yleisin ns. raskas metallinen alkuaine
  - Suomessa mangaania maankuoressa keskimäärin 320 mg/kg (vaihteluväli 50 - 1410 mg/kg) (Kousa ym. 2017)
- Peltomaan mangaanin määrä riippuu alueen kivilajeista
  - esim. graniitissa 400 mg/kg, gabroissa >1000 mg/kg
  - rapautuminen lähtöpitoisuudesta ja kivilajin kovuudesta
- Rapautunut Mn saostuu yhdessä raudan kanssa oksideina, hydroksideina, ja orgaanisen aineksen kanssa
- Keskimäärin maailmalla mangaania on maaperässä 500-900 mg/kg, Suomessa vähemmän



Kuvan lähde: Koljonen T. (ed). 1992. Suomen Geokemian Atlas. Osa 2. Moreeni. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

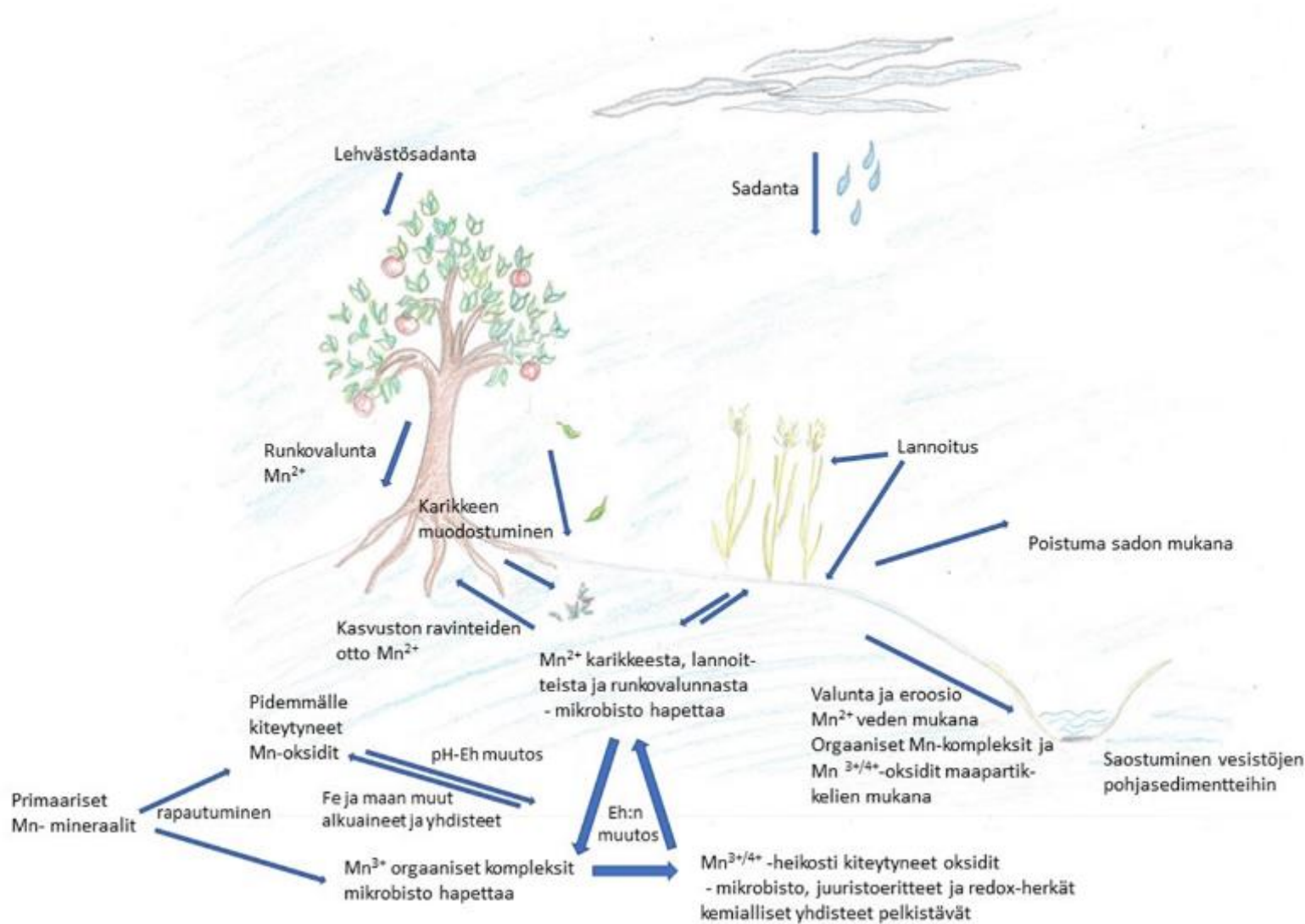


# MANGAANIN BIOSAATAVUUS

- Kasvit ottavat mangaanin vapaana kationina  $Mn^{2+}$  (pelkistynyt Mn)
    - saostuneena erilaisissa yhdisteissä  $Mn^{4+}$  (hapettunut Mn)
  - Mikä määrää, missä muodossa Mn on maassa?
    - Maaperän ominaisuudet
      - mm. partikkelikoko, KVK, vedenläpäisykyky, multavuus, rakenne
    - Muut alkuaineet, lannoitteet ja maanparanteet
    - Kasvilajit ja lajikkeet
      - ravinteidenottostrategioissa eroja yksi- ja kaksisirkkaisten, kasvilajien ja lajikkeiden välillä
    - Maaperän mikrobisto ja mikrobiaktiivisuus
    - Sää: sademäärät, lämpötilat
  - pH
  - hapetus-pelkistystila
- } Kuinka pysyviä kasvukauden aikana? pH-kertoimella korjattu Viljavuusmangaani saatavuuden kuvaajana?

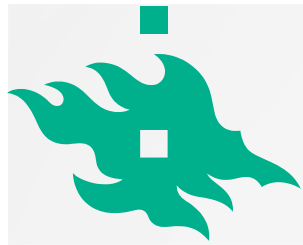


# MANGAANIN KIERTO PELTOMAASSA



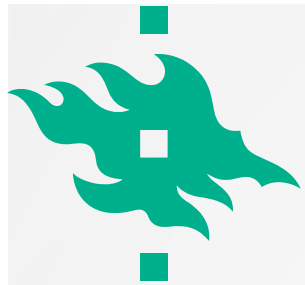
Mangaanin biosaatavuudessa ainut pysyvä asia on muutos.

Iso kysymys: Kuinka ohjata kiertoa suuntaan, jossa saatavuus kasvaa?



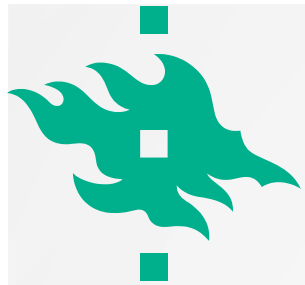
# MANGAANITALOUDEN HALLINTA - MITÄ VILJAVUUSMANGAANI TARKOITTA?

	Huono	Huonon- lainen	Tyydyttävä	Hyvä	Korkea	Arveluttavan korkea
Viljavuusmangaanin (pH korjattu) viljavuusluokkien raja-arvot	6	12	25	75	250	1000
Mn raja-arvot mg/l maata, kun pH 7	21	43	89	268	893	3571
Mn raja-arvot mg/l, kun pH 6,8	19	39	81	242	806	3226
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 7, irtotiheys 1,2 kg/l	18	36	74	223	744	2976
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 6,8, irtotiheys 1,2 kg/l	16	32	67	202	672	2688
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 7, irtotiheys 1,5 kg/l	14	29	60	179	595	2381
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 6,8, irtotiheys 1,5 kg/l	13	26	54	161	538	2151
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 7, irtotiheys 0,5 kg/l	43	86	179	536	1786	7143
Mn raja-arvot mg/kg, kun pH 6,8, irtotiheys 0,5 kg/l	39	77	161	484	1613	6452
Laskennallinen irtotiheys kg/l (yleinen ja savimaat)	1,2(1,1-1,6)					
Laskennallinen irtotiheys kg/l (karkeat maat, tiivistymisriskissä olevat maat)	1,5(1,3-1,7)					
Laskennallinen irtotiheys kg/l (eloperäiset maat)	0,5(<0,5)					



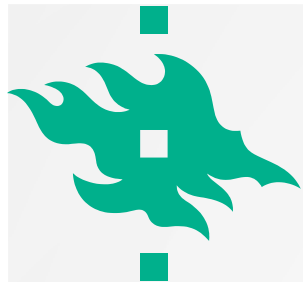
# MANGAANITALOUDEN HALLINTA – VARMAT TÄRPIT

- Rakenne kuntoon -> juuriston tilavuus avainasemassa erityisesti karkeilla, korkean pH-luvun mailla (Warden & Reisenauer 1991)
- Mangaanilannoitus kalkituksen yhteydessä joko maahan tai lehdille
- Mangaanipeittäus siemenille (Mattila 2016)
- Orgaaniset maanparanteet – vauhdikas mikrobitoiminta parantaa mangaanin kiertoa (Cotter & Mishra 1968)
  - eloperäisillä mailla saatavuus voi sen sijaan olla heikko
- Lannoista eniten mangaania kananlannassa (Warman 1993; Sheppard & Sannipelli 2012)
  - esimerkiksi kananlannassa 530 mg/kg, sian lietelannassa 330 mg/kg, lypsykarjan lietelannassa 220 mg/kg (Warman 1993)
- Viljavuusmangaani eri asia kuin maan kokonaismangaani
  - muista huolehtia sekä lannoituksesta, että kierron tehostamisesta



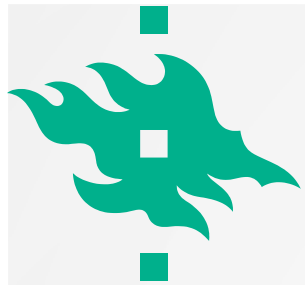
# MANGAANITALOUDEN HALLINTA – KEVYTTÄ SPEKULAATIOTA

- Seoskasvustot ja monipuolinen viljelykierto
  - yksi- ja kaksisirkkaisten erilaiset ravinteidenottostrategiat hyödyksi
  - kevätvehnän mangaanin saatavuus parasta monipuolisella viljelykierrolla (Wang et al. 2016)
- Mangaaninkerääjäkasveja viherlannoituskasvustoihin
  - kauran ja ohran maatiaislajikkeet, pellava, auringonkukka (Warden & Reisenauer 1991)
  - eniten näyttöä pellavasta tehokkaana mangaanin kerääjänä (Warde & Reisenauer 1991; Wilkoff & Moraghan 2008; Millikan 1950)
  - parhaat siemenseokset ja tehokkaimmat lajikkeet?
    - ei testattuja menetelmiä



# MANGAANITALOUDEN HALLINTA – KURKISTUS TULEVAISUUTEEN

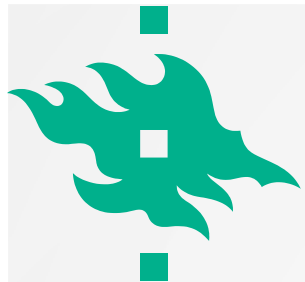
- Pelkistävät bakteerikannat
  - lupaavia tuloksia saatu mikrobiympäyksellä *Pseudomonas*-suvun bakteereilla sekä maahan että suoraan siemeneen (Rengel 2015)
- Mangaaninkerääjät ja hyperkerääjät viljelykierrossa
  - vertautuvat typensitojiin
  - parhaat kasvilajit, lajikkeet ja siemenseokset?
- Mangaanitehokkaat viljelykasvit
  - kasvit, joilla erikoistuneita menetelmiä irrottaa maasta ja kuljettaa solukkoonsa suuria määriä mangaania Mn - köyhistä maista
  - ohran geenit tunnetaan jo (Leplat ym. 2016)
  - monen geenin yhteisvaikutus, jalostus hidasta
  - muutamia luonnostaan mangaanitehokkaita kaura- ja ohralajikkeita tunnetaan
    - Satoisia mangaanitehokkaita lajikkeita viljelyyn/ viljelyssä Suomessa?



# MANGAANIN PIKAMITTAUS – TIEDE MENETELMÄN TAUSTALLA

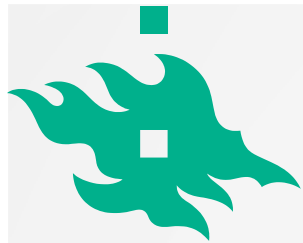
- Mahdollista tunnistaa mangaaninpuutteesta kärsivä kasvusto ennen silmämääräisiä oireita tai kasvun heikkenemistä
- $Mn^{2+}$  fotosysteemi II keskusatomi -> mangaanin puutteesta kärsivässä kasvissa yhteytysteho heikkenee jo ennen muita oireita
- Haaste: yhteytystehoon vaikuttavat mangaanin lisäksi myös muut alkuaineet mm. typpi, rauta, kalium ja kalsium
- Mittauksessa hyödynnetään valon aallonpituuksia
- Mittaus ei siis kerro mitään solukon mangaanipitoisuudesta, vaan yhteyttämistehosta.

Mattila, T.J.; Manka, V.; Rajala, J. 2018. Pikamenetelmät kasvin ravinnetilan kuvaajana. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti, Raportteja 185.  
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/250553>



# MANGAANIN PIKAMITTAUS – MITEN KÄYTTÄÄ?

- Valitse oireettomia lehtiä riittävä määrä eri puolelta lohkoa (esim. lohkon jokaiselta nurkalta ja keskeltä muutamasta kasvista)
- Kiinnitä lehtiin kiinnittimet, sulje kiinnitinten läppä ja anna solukon olla pimeässä 25 min.
- Tee mittaus ja ota alkuarvot ylös.
- Käsittele lehdet ohjeen mukaan kontrolliliuoksella ja mangaaniliuoksella ja anna liuokselle aikaa vaikuttaa.
- Toista pimeäkäsittely ja mittaus
- Mikäli mangaanikäsitteltyjen lehtien arvot nousevat enemmän kuin kontrolliliuoksella käsiteltyjen lehtien arvot, kasvusto kärsii mangaanin puutteesta.
- Siivoa kiinnittimet ohjeen mukaan, jotta seuraava mittaus ei kontaminoidu.
- Koska fotosynteesin tehokkuuteen vaikuttavat myös muut tekijät kuin Mn, **liuoskäsittely tärkeä edellytys tuloksen luotettavuudelle.**



# MANGAANITALLOUDEN ONGELMANRATKAISUMATRIISI

1. Mittaa ja tulkitse oikein

Tyydyttävän/hyvän Mn-  
viljavuusluokan rajalla oleva  
pelto, jonka pH < 6,5 tai  
alempi viljavuusluokka

Kasvustoanalyysi- tai (oikein  
tehty) pikamittaustulos:  
kasvustossa Mn-puutetta

Tyydyttävän/hyvän Mn-  
viljavuusluokan rajalla  
oleva pelto, jonka pH >7  
tai ylempi viljavuusluokka

2. Huolehdi, että  
maassa riittävästi  
mangaania

Lehtilannoitteet  
Mineraaliset  
Mn-lannoitteet

Kananlanta  
Mn-Peittäys

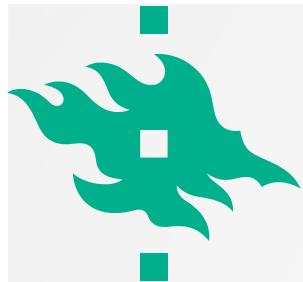
Onko kyse Mn-  
pitoisuuksista  
maassa vai  
heikosta  
kierrosta?

3. Huolehdi  
mangaanin  
kierrosta

Rakenne kuntoon  
Ruoki mikrobeita

Hyödynnä kasvien  
ravinteenostrategiat  
viljelykierrossa

Villi kortti:  
Mangaaninkerääjäkasvi  
kokeiluun?



# KIRJALLISUUS 1/2

Brennan, R.F. 1992. The role of manganese and nitrogen nutrition in the susceptibility of wheat plants to take-all in western Australia. *Fertilizer Res* 31:35-41

Cotter, D.J., Mishra, U.N. 1968. The role of organic matter in soil manganese equilibrium. *Plant and Soil* 29(3):439-448.

Graham RD, Webb MJ (1991) Micronutrients and plant disease resistance and tolerance in plants. In *Micronutrients in Agriculture* (J. J. Mortvedt, F. R. Cox, L. M. Shuman and R. M. Welch, eds.), pp. 329–370. SSSA Book Series No. 4, Madison, WI.

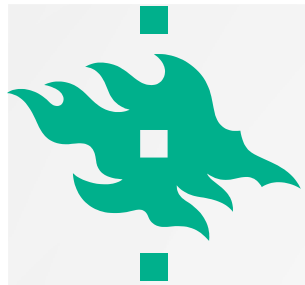
Hakala M, Rantamaki S, Puputti EM, Tyystjarvi T, Tyystjarvi E (2006) Photoinhibition of manganese enzymes: insights into the mechanism of photosystem II photoinhibition. *J Exp Bot* 57:1809-1816

Hebbern CA, Laursen KH, Ladegaars AH, Schmidt SB, Pedas P, Bruhn D, Schjoerring JK, Wulfsohn D, Husted S (2009) Latent manganese deficiency increases transpiration in barley (*Hordeum vulgare*). *Physiol Plant* 135:307-316

Kousa, A., Backman, B., Komulainen, H., Hartikainen, S. 2017. Kaivoveden mangaani Kaima Projekti. GTK Arkistoraportti 95/2016.

Leplat, F., Pedas, P.R., Rasmussen, S.K., Husted, S. 2016. Identification of manganese efficiency candidate genes in winter barley (*Hordeum vulgare*) using genome wide association mapping. *BMC Genomics* 17:775.

Mattila, T. 2016. Hivenet siemenen pintaan. Käytännön maamies 4/2016.



# KIRJALLISUUS 2/2

Millikan, C.R. 1950. Relationship between nitrogen source and the effects on flax of an excess of manganese or molybdenum in the nutrient solution. *Australian Journal of scientific research* 3: 450-472.

Rengel, Z: 2015. Availability of Mn, Z and Fe in the rhizosphere. *Journal of Soils Science and Plant Nutrition* 15(2): 30.

Sheppard, S.C., Sannipelli, B. 2012. Trace elements in feed, manure and manured soils. *Journal of environmental quality* 41 (6): 1846-1856.

Wang, S., Wei, X., Hao, M. 2016. Dynamics and availability of different pools of manganese in semiarid soils as affected by cropping system and fertilization. *Pedosphere* 26 (3) 351-361.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1002016015600480>

Warden, B.T. & Reisenauer, H.M. 1991. Manganese – iron interactions in the plant soil system. *Journal of Plant Nutrition* 14 (1): 7-30.

Warman P.R. (1993) Influence of animal manures on extractable micronutrients, greenhouse tomatoes and subsequent Swiss chard crops. Teoksessa: Fragoso M.A.C., Van Beusichem M.L., Houwers A. (eds) *Optimization of Plant Nutrition. Developments in Plant and Soil Sciences*, vol 53. Springer, Dordrecht.

Wilkoff, L. & Moraghan, J.T. 2008. Different iron-manganese relationships in two flax cultivars. *Journal of Plant Nutrition* 9 (3-7): 1986.