



Marjava, maan kasvukunto marjanviljelyssä -webinaari 14.4.2026

- Miten laajan maa-analyysin tiedot voisivat konkretisoitua toimenpiteiksi tilalla
- Mykorritsat: niiden huomioiminen lannoituksessa

Eeva-Liisa Neuvonen, kasvintuotannon ja
luomuasiantuntija, ProAgria Keski-Suomi

**Miten laajan maa-
analyysin tiedot
voisivat
konkretisoitua
toimenpiteiksi
tilalla**

Maa NIR-analyysi

- Maan kemialliset, fysikaaliset ja biologiset ominaisuudet
 - tavoitearvot
- Orgaanisen aineksen määrä
- Orgaanisen aineksen muutosnopeus
- Kationinvaihtokapasiteetti
- Maan rakenne (liettyminen, mururakenne, tuulieroosion riski)
- Vedenpidätyskäyrä (pF-käyrä) (vesitalouden hallinta)

Kemialliset ominaisuudet, typpi

- **Kokonaistyyppivaranto**



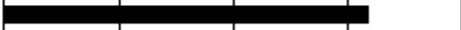

- yleensä yli 95 % on peräisin maan orgaanisesta aineesta
- mitä suurempi maan orgaanisen aineksen määrä on, sitä suurempi kokonaistyyppivaranto yleensä on
- multa- ja turvemaissa kokonaistyyppivaranto voi olla yli 10 000 kg/ha, ja multavissa hietamaissa 2000-4000 kg/ha

- Mitä alhaisempi **C/N-suhde** on, sitä enemmän typpeä pitäisi vapautua

- Mitä korkeampi C/N-suhde on, sitä vähemmän typpeä vapautuu orgaanisen aineksen hajotessa

- **N vapautumiskapasiteetti**

- Kuvaa typen määrää, joka mahdollista vapautua maasta kasvien käyttöön, voi hyödyntää N-lannoituksen suunnittelussa

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
	Kokonaistyyppivaranto	kg N/ha	5530					
	C/N suhde		18					
	N vapautumiskapasiteetti	kg N/ha	60					

Kemialliset ominaisuudet, typpi

Minkälaista satoa ja laatua on lohkolta saatu?

Onko kasvustossa havaittu merkkejä liiasta tai liian vähästä typestä esim. liian rehevä kasvusto, sadon sisäistä tai ulkoista merkkiä, johon typpi vaikuttaa -> Lisää tai vähennä N lannoitusta sopivaksi maan typen vapautumiskapasiteetti ja satotaso/laatu huomioiden


Typen vapautuminen voi olla myös negatiivista, esim. oljen tai hakkeen hajoaminen pellossa kuluttaa N -> tarvetta typpilannoitukselle

Korkea vapautumiskapasiteetti, tuleeko marjakasveille liikaa N?

Lisää olkea tai kuivalantaa -> C/N suhde nousee, vapautumiskapasiteetti alenee

Kemialliset ominaisuudet, rikki

- **Kokonaisrikkivaranto**
 - suurin osa peräisin maaperän orgaanisesta aineksesta
 - Turve ja multamaissa rikkipitoisuus on kivennäismaita korkeampi ja joskus turvemailla saatavilla oleva rikkipitoisuus voi olla yli 200 kg/ha, vaihtelu on yleensä n. 10 – 100 kg S/ha
- **Kasville käyttökelpoinen S** kuvaa sitä määrää, joka tulee kasveille saataville jo ilman lannoitusta, lämpötila vaikuttaa
- **C/S suhde** kuvaa maaperän orgaanisen aineksen laatua ja S määrää:
 - matala C/S suhde → runsas rikin vapautuminen, korkea C/S suhde → hidas rikin vapautuminen
- **S vapautumiskapasiteetti**
 - Maan lämpötila ja kosteus vaikuttaa

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
 Kasville käyttökelp. S	kg S/ha	17	20 - 30	[Progress bar: ~10%]				
Kokonaisrikkivaranto	kg S/ha	810	1235 - 2290	[Progress bar: ~10%]				
C/S suhde		127	50 - 75	[Progress bar: ~10%]				
S vapautumiskapasiteetti	kg S/ha	3	20 - 30	[Progress bar: ~10%]				

Kemialliset ominaisuudet, rikki

Jos kasville saatavilla olevaa rikkiä runsaasti, voidaan lannoituksessa ehkä vähentää rikkiä

Huomioi kuitenkin rikin saatavuus satokasville alkukasvukaudella, kun lämpötila on alhainen

Jos taas rikkiä vapautuu kasveille vähän, tarvitaan lannoitusta

Mitä nopeampi mikrobitoiminta on maassa, sitä nopeammin rikin kierto toimii

Rikkiä tarvitaan typen hyväksikäyttöön

Rikki herkkä huuhtoutumaan

Kemialliset ominaisuudet, fosfori

- **Kasville käyttökelpoinen P**
 - vaihtelee yleensä 1-8 kg/ha välillä
- **Fosforivaranto kg P/ha,**
 - arvio paljonko kasveille voisi tulla saataville P
 - Mm. maan lämpötila, sienijuuri ja pH vaikuttaa
- **Kokonaisfosforivaranto**
 - Tiukasti orgaaniseen ainekseen sitoutunutta, mineraaleissa
 - Viljelyhistorialla vaikutusta, karjatalousmailla voi olla yli 5000 kg/ha, raivioilla voi olla alle 500 kg/ha

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
Kasville käyttökelp. P	kg P/ha	15,0	7,7 - 12,9					
Fosforivaranto	kg P/ha	1165	655 - 845					
Kokonaisfosforivaranto	kg P/ha	1315	2815 - 3940					

Kemialliset ominaisuudet, fosfori

- Nykyistä fosforilannoitusta kannattaa verrata NIR-näytteen kasvin saatavilla olevaan fosforiin ja pohtia riittääkö se kasvin sato- ja laatutarpeisiin
- Kalkitus:
 - pH yli 6,5 -> fosfori sitoutuu kalsiumin kanssa ja pysyy kasveille käyttökelpoisena
 - pH alle 6,5 -> P sitoutuu Al ja Fe kanssa, eikä ole kasveille käyttökelpoista
- Sienijuuren hyödyntäminen

Kemialliset ominaisuudet, kalium, kalsium, magnesium

- **Kasville käyttökelpoiset K, Ca, Mg**, kasvien saatavilla, kosteus vaikuttaa
- **Varanto K, Ca, Mg**
 - vaikutusta pellon viljelyhistorialla, etenkin kalkituksella ja viljelykasveilla
 - Mitä karkeampi kivennäismaa, sitä alhaisemmat varannot yleensä ovat, etenkin kaliumin osalta, joka on helppo huuhtoutumaan
 - Savimaassa kaliumia yleensä luontaisesti enemmän kuin karkeissa hietamaissa, joten varannot ja kasvin saatavuus voi olla hyvinkin suuri
 - Varanto voi olla 50-2000 kg K/ha, 200-5000 kg Ca/ha ja 50-1500 kg Mg/ha, toki kalkituksen jälkeen tai maassa luontaisestikin voi olla suurempia lukuja
 - Kasville käyttökelpoinen kalium saattaa hKht maassa olla 5 kg/ha ja savimaassa 200 kg/ha

Kemialliset ominaisuudet, kalium, kalsium, magnesium

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
Kasville käyttökelp. K	kg K/ha	300	300 - 475					
Kaliumvaranto	kg K/ha	270	300 - 475					
Kasville käyttökelp. Ca	kg Ca/ha	745	310 - 725					
Kalsiumvaranto	kg Ca/ha	3620	3910 - 4980					
Kasville käyttökelp. Mg	kg Mg/ha	305	300 - 475					
Magnesiumvaranto	kg Mg/ha	380	300 - 475					
Natriumvaranto	kg Na/ha	30	64 - 129					
Savi-humus (KVK)	mmol+/kg	60	> 44					
CEC-kylläisyysaste	%	85	> 95					
Ca-kylläisyys	%	70	80 - 90					
Mg-kylläisyys	%	12	6,0 - 10					
K-kylläisyys	%	2,7	2,0 - 4,0					
Na-kylläisyys	%	0,5	1,0 - 1,5					
H-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0					
Al-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0					

Liika kalium aiheuttaa liettymistä, pinta kuorettuu

Kalsium parantaa maan rakennetta, toimii liimana saveksen ja orgaanisen aineen välillä, mutta myös pitää saveshiukkaset erillään toisistaan ja siten kuohkeuttaa maata

Korkea Mg heikentää maan murustumista ja lisää liettymisherkkyttä > kuorettumisriski kasvaa, maa tahmeaa, vaikeaa käsitellä

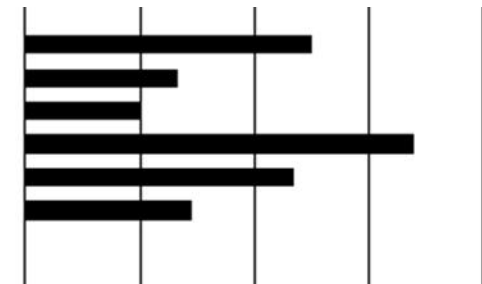
Fysikaaliset ominaisuudet

KVK eli CEC-kylläisyysaste

- kuinka paljon maassa on käytössä tai tilaa ravinteille prosentteina
- CEC yli 95 % -> kylläisyysaste täynnä
- Jos alle sen, ravinteille on tilaa
- Ravinnesuhteita voidaan korjata lisäämällä sitä ravinnetta, jonka suhde on NIR-näytteessä liian matalalla
- Tavoitearvo on kerrottu näytteessä ja tavoitearvot riippuvat maalajista



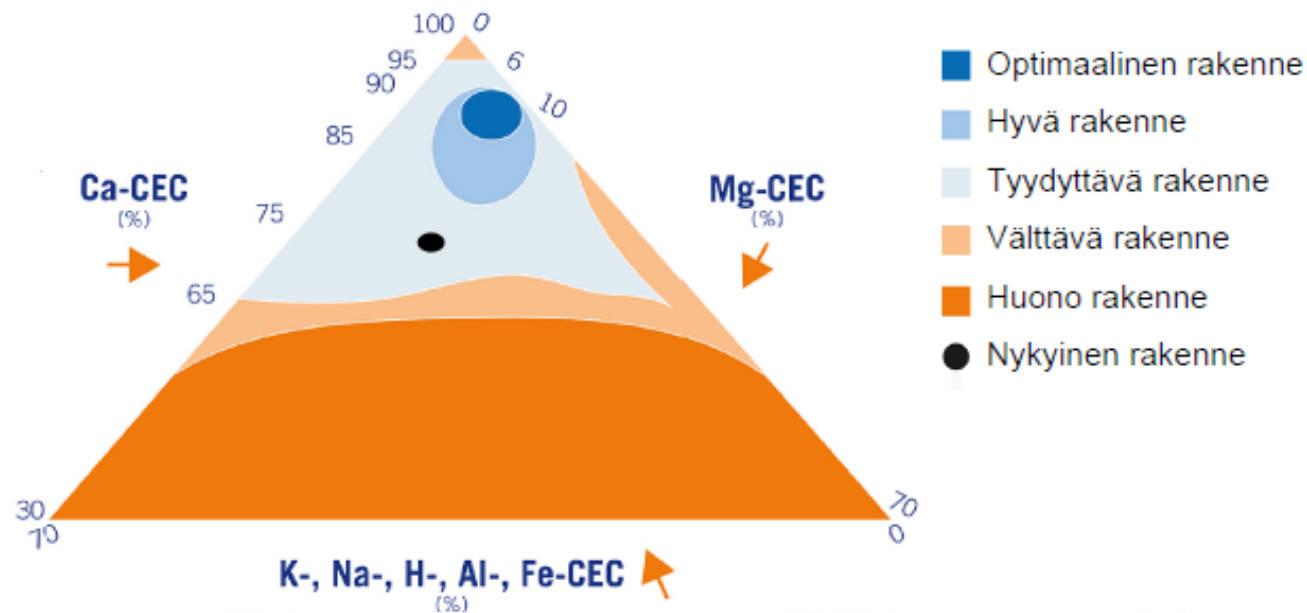
Savi-humus (KVK)	mmol+/kg	60	> 44
CEC-kylläisyysaste	%	85	> 95
Ca-kylläisyys	%	70	80 - 90
Mg-kylläisyys	%	12	6,0 - 10
K-kylläisyys	%	2,7	2,0 - 4,0
Na-kylläisyys	%	0,5	1,0 - 1,5
H-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0
Al-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0



Maan rakennekolmio

Maaperän rakenteen arviointi perustuu Ca-KVK-, K-KVK- ja Mg-KVK-suhteisiin. Todellinen maaperärakenne ei ole pelkästään riippuvainen suhdeluvusta, vaan riippuu myös sääolosuhteista, maaperän kosteudesta ja koneiden painosta.

Kuva: Rakennekolmio



Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
Kuva: Maalajikolmio	Savi-humus (KVK)	mmol+/kg	60	> 44				
	CEC-kylläisyysaste	%	85	> 95				
	Ca-kylläisyys	%	70	80 - 90				
	Mg-kylläisyys	%	12	6,0 - 10				
	K-kylläisyys	%	2,7	2,0 - 4,0				
	Na-kylläisyys	%	0,5	1,0 - 1,5				
	H-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0				
	Al-kylläisyys	%	< 0,1	< 1,0				

Fysikaaliset ominaisuudet, pH

- NIR-näytteessä määrittäminen tehty eri tavalla (CaCl₂-uutto)
 - Älä vertaa lukuarvoja suoraan viljavuusnäytteeseen
 - NIR-näytteen pH yleensä yhden viljavuusluokan matalampi kuin normaali viljavuusnäytteessä
 - savimaalla lähempänä
 - hietamaalla ero suurempi

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
Happamuus (pH)		5,6	5,1 - 5,7	████████████████████				

Kemialliset ominaisuudet, kalium, kalsium, magnesium

- >Lisää kalsiumia ja kaliumia, tarkista pH viljavuusanalyysistä
- > Jos pH alhainen, kalkitus
- >Jos KVK alhainen, eloperäistä ainesta, kalkitus, biotiitti

Tämän näytteen tapauksessa:

- ➔ Jos pH ok, kalsium- ja kaliumlannoitus tai biotiittia, karjanlantaa
- ➔ Lisää Ca, K, nopeasti hajoavaa eloperäistä ainesta

Fysikaaliset ominaisuudet

- **Orgaaninen hiili %**
 - Mitä enemmän maassa orgaanista hiiltä, sitä kestävämpi mururakenne (savimaassa)
 - Pieni orgaanisen hiilen osuus kertoo, että orgaaninen aines voi olla esim. palamassa olevaa kuivikelantaa, kasvintähdettä, maanparannuskuitua yms.
- **Orgaaninen aines %**, elävä ja kuollut orgaaninen aines
 - Analyysi perustuu hehikutushäviöön, joka on paljon tarkempi kuin viljavuusnäytteen aistinvarainen määrittäminen
 - Multavuus vaikuttaa yleensä typen kokonais- ja vapautumismäärään

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	
Orgaaninen hiili	%	2,38		
Orgaaninen aines	%	4,1		
C/OA suhde		0,58	0,45 - 0,55	
Savi/C-org suhde		0,8		

Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
0,45 - 0,55					

Fysikaaliset ominaisuudet

- C/OA suhde
 - Orgaanisen aineksen suhde orgaaniseen hiileen tulisi olla 0,45-0-55 välillä
 - mitä enemmän orgaanista hiiltä, sitä vakaampaa
- Savi/C-org suhde
 - Mitä suurempi saves/hiili -suhde, sitä enemmän savesta lähtee liikkeelle esim. eroosiona
 - Mitä savisempi maa, sitä enemmän tarvittaisiin orgaanista ainesta

Tulokset	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	
Orgaaninen hiili	%	2,38		matala
Orgaaninen aines	%	4,1		melko matala
C/OA suhde		0,58	0,45 - 0,55	hyvä
Savi/C-org suhde		0,8		melko korkea
				korkea

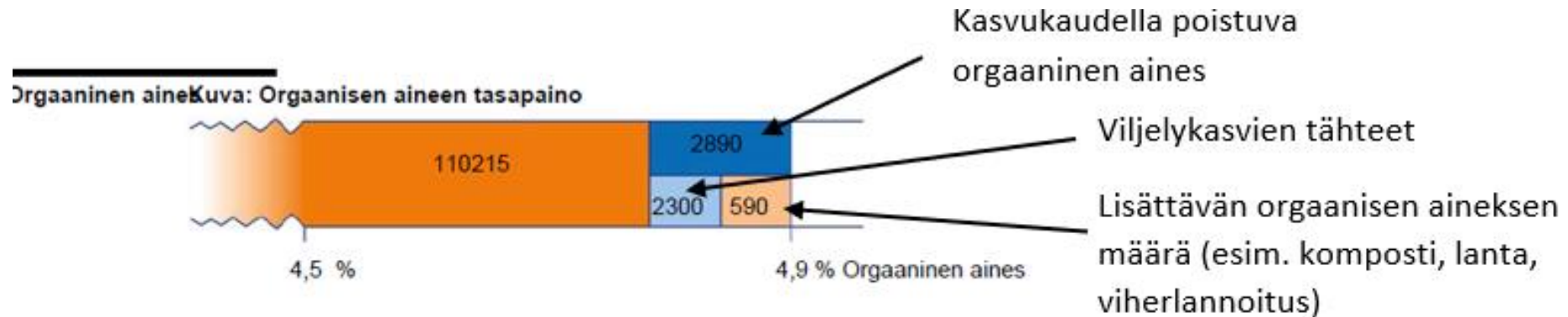
Maan orgaanisen aineksen laatu

Orgaanisen aineen laatu



Orgaaninen aine koostuu pääasiassa C, N, P, S. Suhteellisen suuren määrän typpeä ja/tai rikkiä sisältävä orgaaninen aine tekee maaperän houkuttelevaksi organismeille. Maaperän organismit käyttävät mielellään tätä orgaanista ainetta. Typpi ja rikki vapautuvat prosessissa ja orgaanisen aineen määrä pienenee hieman (dynaaminen orgaaninen aine). Orgaaninen aine voi sisältää myös paljon hiiltä. Tämä on yleensä vähemmän houkutteleva maaperän eliöille (bakteereille). Tämän seurauksena maaperän organismit eivät kuluta yhtä nopeasti orgaanista ainetta: orgaaninen aine muuttuu vakaammaksi. Vakaa orgaaninen aine edistää muun muassa maaperän muokkautuvuutta. Dynaaminen orgaaninen aine edistää ensisijaisesti typen ja rikin vapautumista ja on siksi näiden ravintoaineiden lähde viljelykasveille. Orgaanisen aineen laatua voidaan muuttaa (vähitellen) kiinnittämällä huomiota maanparannusaineiden, kuten lannan, kompostin ja kasvijätteen laatuun.

Orgaanisen aineksen tasapaino



Orgaanisen aineen kokonaispitoisuuden vuosittainen jakauma (prosenttiosuus): 2,6

- Vuoden jälkeen jäljellä oleva orgaanisen aineen varasto ilman orgaanisen aineen lisäystä.
- Tehollisen orgaanisen aineen kokonaismäärä, huomioiden orgaanisen aineen hajoaminen.
- Sadonkorjuujätteen jättämä määrä (keskimääräinen määrä huomioiden viljelykierto ja kasvi).
- Jäljellä olevat määrät muulle lannoitukselle, esim. karjanlanta, viherlanta ja/tai komposti.

Kasvi (jäännös)	Tehollisen orgaanisen aineen lisäys
Nurmisiemenet	2300
Keskimääräinen saanti/vuosi	2300

Orgaanisen aineen lisäys 0,1 %:llä: Tarvitaan 2310 kg tehollista orgaanista ainetta.

Kuva kertoo, paljonko olisi orgaanista ainetta lisättävä, jotta olemassa oleva maan orgaanisen aineksen määrä saadaan pidettyä yllä

Fysikaaliset ominaisuudet ja maalajikolmio

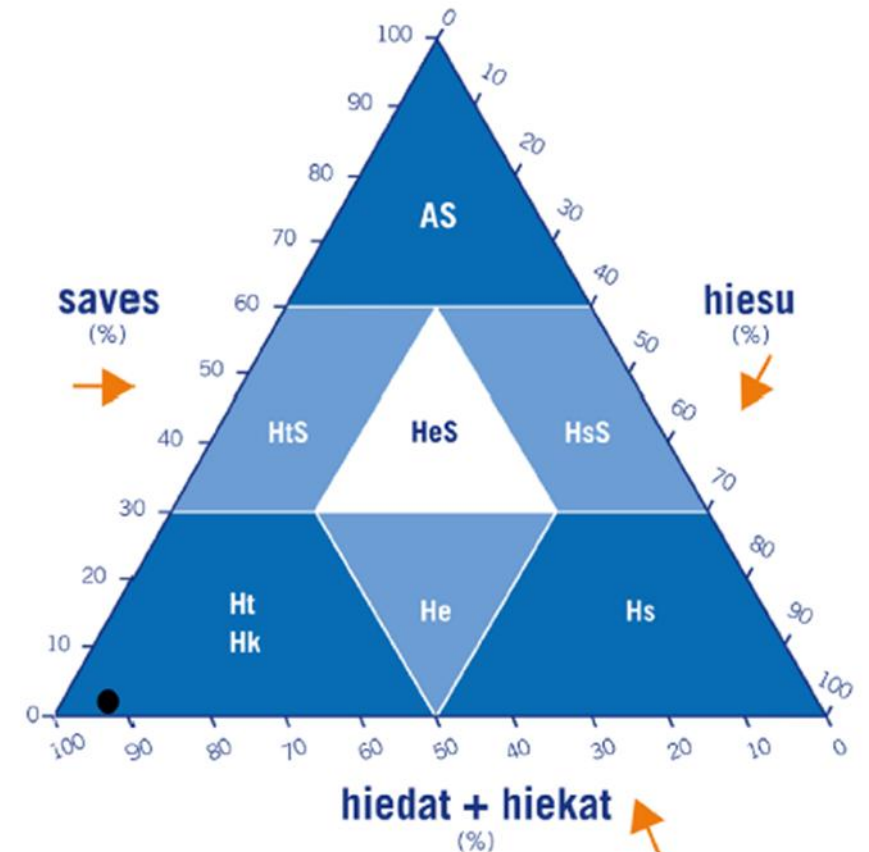
Maalajimääritys

- Savi (<2 μm) %
- Hiesu (2-50 μm)%
- Hieta+hiekka%

Maaperän hiukkaskoon suhteellisilla osuuksilla on merkitystä arvioitaessa maaperän liettymisriskiä, mikä aiheuttaa maaperän kuorettumista.

Kuorettuminen aiheuttaa hienojen hiukkasten tiivistymistä suurempien rakeiden väliin ja muuttaa maan rakennetta. Kuorettumisen riski on suurin, kun savesta on noin 10-20 %

Kuva: Maalajikolmio



Savi (<2 μm)	%	2
Hiesu (2-50 μm)	%	6
Hieta+hiekka	%	88

Biologiset ominaisuudet

- **Mikrobien biomassa**
 - Lisäämällä orgaanista ainesta peltoon, esimerkiksi kuivikelantaa, kompostia, kasvibiomassaa, viherlannoitusta yms., biomassa lisääntyy
 - Maan muokkaus vähentää mikrobien massaa, kun taas kasvipeite lisää sitä
- **Mikrobiaktiivisuus**
 - Mittaa orgaanisen sitoutuneen typen muuttumista mineralisoituneeksi typeksi
- **Sieni/bakteeri-suhde**
 - Enemmän sieniä → orgaanisen materiaalin kehittyminen
 - Enemmän bakteereita → orgaanisen materiaalin hajoaminen, typen ja rikin mineralisaatio

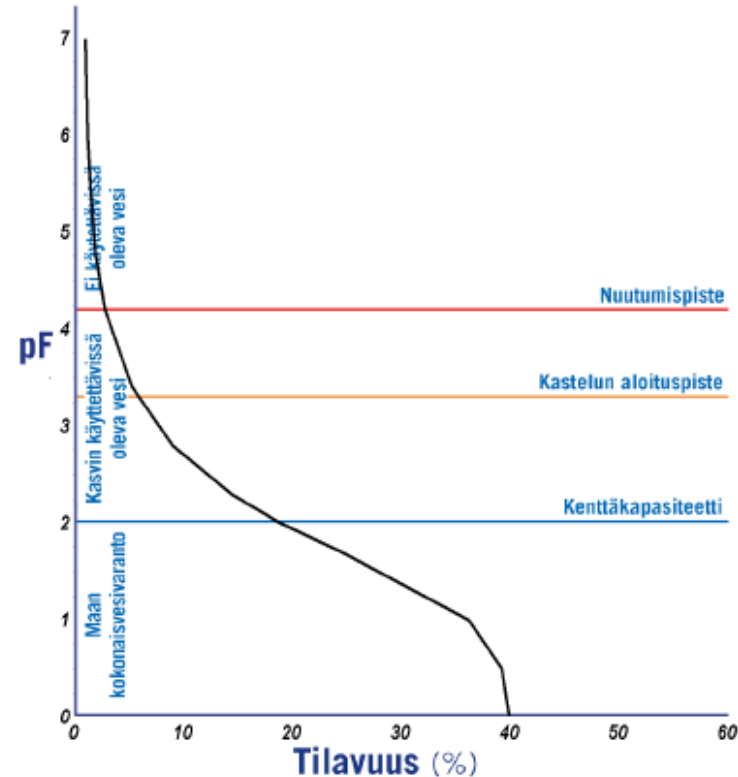
	Yksikkö	Tulos	Tavoitearvo	matala	melko matala	hyvä	melko korkea	korkea
Vedenpidätyskyky	mm	48						
Mikrobien biomassa	mg C/kg	214	205 - 615	██████████				
Mikrob. aktiivisuus	mg N/kg	24	26 - 43	██████				
Sieni/bakteeri suhde		1,1	0,6 - 0,9	████████████████████				

Fysikaaliset ominaisuudet

- **Vedenpidätyskyky**
 - Mitä hienojakoisempaa maa-aines on, sitä pienempi vedenpidätyskyky on
 - Vedenpidätyskyky kuvaa sitä, kuinka monta mm vesisadetta vuorokaudessa pintamaa pystyy pidättämään vettä, ettei se jää pintaan lammikoksi

Vedenpidätyskäyrä

Fysikaalinen Kuva: Vedenpidätyskäyrä



Nuutumis- eli lakastumispiste

Kastelun aloituspiste

Kenttäkapasiteetti

Kasville käyttökelpoisen veden määrä näytekerroksessa on 48 mm. Tämä on enimmäiskastelumäärä. Tämän yli oleva määrä valuu maaperän läpi syvempiin kerroksiin.

Kenttäkapasiteetti (pF 2,0):	19,0	% kosteus
Kastelun aloituspiste (pF 3,3):	5,9	% kosteus
Nuutumispisteetti (pF 4,2):	2,9	% kosteus

Kasveilla on vaikeuksia saada vettä, kun todellinen kosteustaso on alle pF 3,3. Voit mitata kosteustasoa, aloita kastelu, jos lohkon kosteuspitoisuus on 5,9 % ja kastele 39 mm.

Todellinen kosteustaso voidaan mitata käyttämällä maaperän kosteusanturia tai punnitsemalla useasta osanäytteestä koostetun maaperänäytteen painon kosteana ja 24 tunnin kuivauksen jälkeen. Kostean ja kuivan näytteen ero on maan kosteus.

ProAgria

Kysymyksiä?

Mykorrhitsat: niiden huomioiminen lannoituksessa

**Koonnut Eeva-Liisa
Neuvonen**

Mikä on mykorritsa?

Mykorritsa eli sienijuuri on kasvin juuriston ja sienen muodostama yhdyselämä, josta yleensä molemmat osapuolet hyötyvät (symbioosi)

Sienirihmastot kasvavat juurten ympärillä ja osittain myös juurten sisällä soluväleissä ja muodostaen juurisoluihin keräsiä

Yleisin mykorritsatyyppi on keräsienijuuri eli arbuskelimykorritsa. Luonnossa n. 80 % kasvilajeista muodostaa sienijuuren keräsienen kanssa

Sienijuuren muodostavat keräsienet tarvitsevat isäntäkasvin, ne eivät pysty elämään maassa ilman juurten läsnäoloa

Symbioosi parantaa kasvin hyvinvointia, edistää kasvin ravinteiden saantia sekä vedenottoa

Kasvi hyötyy sienijuuresta monin tavoin, mutta kasvi myös luovuttaa keräsienelle yhteyttämistuotteistaan jopa 10-15 %

Sienirihmastot myös ylläpitävät hyvää maan mururakennetta yhdessä muiden pieneliöiden kanssa

Mitä hyötyä on mykorritsasta?

- Sienijuuri lisää vaikealiukoisen fosforin ottoa vähäravinteisessa maassa
 - Kasvi hyötyy sitä enemmän mitä alhaisempi maan liukoinen P on
- Se lisää myös jonkin verran typen, kaliumin, kalsiumin, sinkin, rikin ja kuparin ottoa
- Sienijuuri voi auttaa kasvia selviämään
 - Kuivuuden aiheuttamasta stressistä
 - Alhaisesta tai korkeasta pH:sta
 - Uudelleenistutuksesta
 - Pistokkaiden juurrutuksesta
- Se voi lisätä kestävyyttä maalevintäisiä kasvitauteja ja ankeroisia vastaan
- Se ylläpitää bakteerien ja muiden sienten kanssa maan mururakennetta

Miten hyötyä mykorritsasta?

Sienijuuri muodostaa kasvin juuristovyöhykkeelle laajan sienirihmaston

Sienirihmaston avulla kasvi saa ravinteita ja vettä monta kertaa laajemmalla alueella maasta ja pienemmistä maahuokosista kuin vain oman juuristonsa kautta

Suomalaisissa kivennäismaissa on keräsieniä yleisesti, mutta turvemaidilla niitä ei esiinny, koska mm. happamuus haittaa keräsienen kasvua

Sienijuurta voidaan hyödyntää viljelyssä käyttämällä viljelymenetelmiä, jotka suosivat peltomaassa luontaisesti esiintyvää mykorritsaa

- suunniteltu viljelykierto ja monipuolinen lajisto
- P-lannoitus
- Viljelymenetelmät, luomu

Viljelytoimenpiteiden vaikutukset sienijuuriin

Keräsienet tarvitsevat isäntäkasveja, jotta niiden kannat säilyvät elinvoimaisina

Sienijuurettomien kasvien yksipuolinen ja pitkäaikainen viljely heikentää kantoja

Maan muokkaaminen ja jyrsiminen häiritsevät sienirihmastojen verkostoja

Eloperäiset hidasliukoiset lannoitteet ovat mineraalilannoitteita parempia, koska niiden sisältämät ravinteet vapautuvat hitaammin kasvien käyttöön

Sienijuuririippuvuus

Mitä karkeampi juuristo kasvilla on, sitä enemmän se hyötyy sienijuuresta

Sienijuuririippuvaiset viljelykasvit: (voivat hyödyntää useita keräsienikantoja)

- Purjo, valkosipuli, sipulikukat
- Mansikka, mesimarja, vadelma, muut marjakasvit ja hedelmäpuut
- Porkkana, selleri, auringonkukka, apila, muut palkokasvit, maissi, pellava

Heikosti sienijuuririippuvaiset: (vain tiettyjen kanssa)

- Nurmi, viljakasvit

Sienijuurettomia:

- Sokerijuurikas, punajuuri, pinaatti, kaalikasvit, lupiini, tattari, rypsi, hunajakukka

Sienijuurisymbioosi

Muodostuu itsestään, sienet hakeutuvat kasvien juuristoon, juurieritteet houkuttavat

Esimerkiksi mansikka muodostaa kivennäismailla aina symbioosin paikallisten keräsienten kanssa

Jos symbioosi on hyvin toimiva, parantuu ravinnetalous, vedensaanti, stressinsieto -> satotaso kasvaa

Jos symbioosi on heikosti toimiva, se rasittaa kasvia -> loisinta -> satotaso laskee

Kasvi ei voi kytkeä symbioosia pois päältä ja joutuu luovuttamaan yhteyttämistuotteita sienelle

Mansikalla sienijuuri hyötyy alle 10 mg/l P-pitoisuuksista

P-lannoitus

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että erityisesti mansikka voi hyötyä sienijuuresta ja erityisesti alhaisella ja kohtalaisella maan P-tasolla

- Kasvi ottaa fosforia juurikarvojen kautta suoraan parin millin alueelta juuren läheltä
- Tai sienijuuren rihmaston kautta jopa 10-15 cm:n alueelta juuren ympäriltä, fosfori siirtyy sieneltä kasviin solun sisälle muodostuneiden kerästen kautta (sokerien, ravinteiden ja veden vaihto)

Hyvin toimivan symbioosin kautta mansikka saa yleensä riittävästi kivennäismaasta fosforia

Turvemailla ja -alustassa myös fosforilisä on todennäköisesti tarpeen, koska sienijuurisymbioosi ei toimi

Mykorrhitsan huomioiminen lannoituksessa

Sienijuuren hyödyntäminen vaatii hiukan muutoksia viljelytekniikkaan, sillä lannoitusaineilla on väliä

- Hitaasti liukeneva eloperäinen lannoitus
- Hallitusti liukeneva kivennäislannoitus
- Kiinteä kivennäislannoitus
- Liuoslannoitus



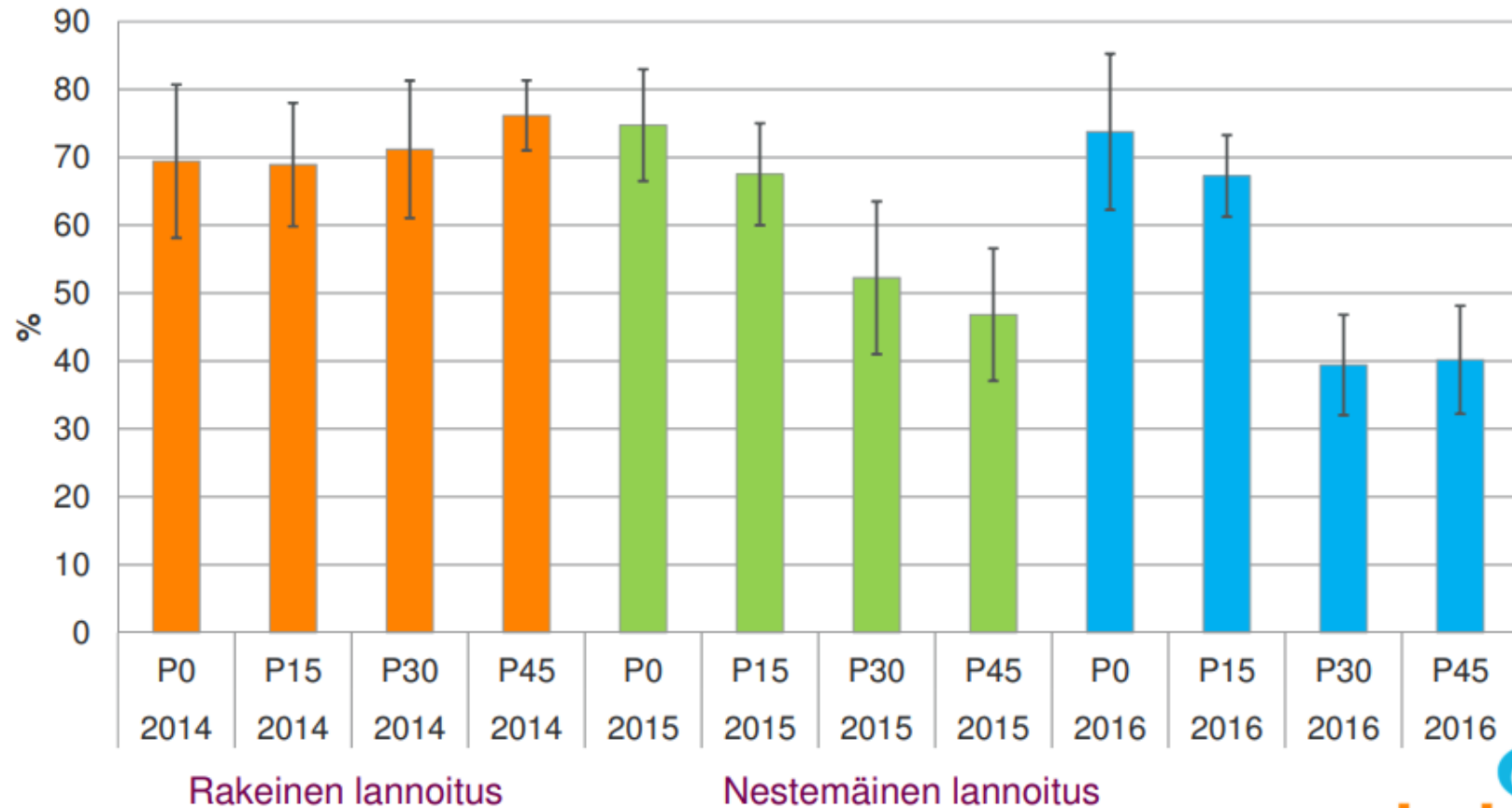
Sienijuuren vaikutus kasvin kasvuun

Mauritz Vestberg

- Nestemäinen fosforilannoitus häiritsee symbioosin toimintaa
- Hitaasti liukeneva orgaaninen/epäorgaaninen fosfori toimii paremmin

Mansikan sienijuurikolonisaatio 2014-2016 Sotkamo

- 2014 ei suurta eroa kolonisaatioissa lannoitustasojen välillä
- vuosina 2015-2016 kolonisaatio-% laski fosforitason noustessa



Rakeinen lannoitus

Nestemäinen lannoitus

Kolonisaatio-% loppukesän näytteissä

© Luonnonvarakeskus

Johtopäätöksiä

- Fosforilannoituksen suunnittelussa tulisi huomioida sienijuurisymbioosin merkitys -> voi pienentää P-lannoitusta, lannoitussäästö
- Sadon mukana poistuvan ravinnemäärän ylittävästä fosforilannoituksesta ei ole mansikan viljelyssä hyötyä
- Peltoon kertyvä ylimääräinen fosfori lisää huuhtoutumisriskiä
- Mansikan viljelyssä kivennäismailla viljavuusanalyysin fosforitaso olisi sienijuuren toiminnan kannalta optimaalinen alle 10 mg l-1 tasolla
- Huomioi sienijuurisymbioosi viljelykierron suunnittelussa ja viljelykasvin valinnassa
- Huomioi myös maalajien väliset erot symbioosin toiminnassa, sillä esimerkiksi turpeessa symbioosi ei toimi
- Mieti fosforin lannoitustapaa, sillä kastelulannoitteena annettu fosfori häiritsee sienijuuren toimintaa ja voi aiheuttaa sadonmenetyksiä
- Paranna maan nykyisten fosforivarojen hyödyntämistä ja siirry ylläpitämään pellon fosforitilaa mansikan viljelykierron välikasveilla, karjanlannalla ja muilla maan mikrobitoiminnalle myönteisillä toimenpiteillä

ProAgria

Kiitos!

Lähteitä

Sienijuuri mansikan fosforitaloudessa, Mauritz Vestberg. (Fosforilannoitus avomaan puutarhatuotannossa 6.4.2017, Jokioinen)

Sienijuuri kasvien symbionttina, koonnut Sanna Kukkonen, materiaali Mauritz Vestberg. (Maanhoitopäivä 6.11.2017, Saarijärvi)

Mansikan fosforilannoitus ja sienijuuri, Kalle Hoppula, Kati Hoppula ja Anu Rätty, Luke Sotkamo, Juho Hautsalo, Luke Laukaa. (Maanhoitopäivä 6.11.2017, Saarijärvi)

Mansikan sienijuurisymbioosi, Kati ja Kalle Hoppula. (Pellonpiennarpäivä 15.8.2018, Multia)

Mykorrhitsa- eli sienijuurisymbioosi, Kati ja Kalle Hoppula. (Luomuliiketoiminnan kehittäminen Keski-Suomessa 12.12.2018)

Sienijuuri vähentää mansikan fosforilannoitustarvetta, Kati Hoppula, Anu Rätty, Kalle Hoppula, Juho Hautsalo, Janne Ylijoki, Jukka Kemppainen ja Mauritz Vestberg. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote Nro 35