

Mitä tälle lohkolle pitäisi tehdä?

4 VILJAVUUSANALYYSIÄ

vertailussa

Suomessa lannoitussuositukset perustuvat viljavuustutkimukseen ja sen tulkintaan. Viljavuustutkimuksessa määritetään tietyllä uuttonesteellä maasta irtoavat ravinteet ja niitä verrataan tavoitetasoihin. Yleensä tavoitteena on pitää lannoituksen avulla kaikkien kasvinravinteiden pitoisuudet tyydyttävän ja hyvän viljavuuden luokissa. ■ Tuomas Mattila

Sama periaate pätee myös muualla maailmassa, mutta uuttonesteitä on kehitetty erilaisia. Lisäksi tulkinnat poikkeavat maittain, ja viljavuusanalyysin tulkintaan on muodostunut erilaisia koulukuntia.

Hyvä esimerkki on viime aikoina julkisuutta saanut ”ravinteiden tasapainottaminen”, jossa huomioidaan ravinteiden riittävyyden lisäksi myös mahdollinen ravinteiden ylimäärä ja sen haitat. Sivusin aihetta KM 6/2014 kationinvaihtokykyartikkelissa ylikalkituksen osalta.

Tärkein kysymys viljelijän kannalta on kuitenkin, saadaanko uusilla tutkimuksilla käyttökelpoista tietoa käytännön viljelyyn? Ja ovatko menetelmien perusteella tehdyt suositukset samansuuntaisia kalkituksen ja lannoituksen suhteen?

Ajattelin ottaa asiasta selvää ja lähetin saman näytteen neljään laboratorioon, yhteen kotimaiseen ja kolmeen yhdysvaltalaiseen.

Vertailtavat tutkimukset

Kotimaisista analyyseistä testiin otettiin Viljavuuspalvelun öljykasvipaketti. Se sisältää perusanalyysin (maalaji, multavuus, johtoluku, pH, P, Ca, Mg, K ja S) lisäksi myös tärkeimmät hivenravinteet (B, Cu, Mn ja Zn). Kattava paketti on kustannustehokas (25,90 € + 18 € suosituksista).

Suomalainen viljavuusanalyysi pohjautuu happamaan ammoniumasetattiin (pH 4,65), joka on melko mieto happo. Tämä uuttaa maasta löyhästi kiinnittyneitä ravinteita, jotka ovat helposti kasvien käytettävissä.

Ulkomaisista analyyseistä ensimmäinen oli tuore 2012 julkistettu Soil Health Tool eli ”maan kasvukunnon mittari”.

Yhdysvaltain maatalouden tutkimuslaitoksen (USDA ARS) tutkija **Rick Haneyn** kehittämä menetelmä käyttää uutta happoyhdistelmää (H3A-1), joka perustuu kasvien luonnossa erittämiin mietoihin happoihin (sitruuna-, oksaali- ja omenahappo). Menetelmä kuvaa hyvin kasvien kykyä irrot-



KM VERTAILUSSA viljavuus- tutkimukset

- Viljavuuspalvelu, Suomi
- Soil Health Tool, Yhdysvallat
- Kinsey Agricultural Services, Yhdysvallat
- Logan Labs, Yhdysvallat

Tältä lohkolta otettiin syksyllä 2014 maanäytteet ja lähetettiin ne neljään eri laboratorioon analysoitavaksi, yhdet näytteet Suomeen ja kolmet yhdysvaltalaisiin tutkimuslaitoksiin. Eri uuttomenetelmät antoivat samansuuntaisia tuloksia pääkationeista (Ca, Mg, K ja Na).



taa ravinteita maan senhetkessä happamuudessa, sillä mieto uuttoliuos ei muuta näytteen happamuutta. Uuttoneste toimii hyvin typpiyhdisteille, fosforille, kaliumille, kalsiumille, magnesiumille sekä raudalle ja alumiinille. Menetelmässä arvioidaan myös typen ja hiilen jakeet maassa, maan mikrobiaktiivisuus sekä määritetään maaperästä vapautuvan typen määrä.

Menetelmä on saanut Yhdysvalloissa suosiota eritoten kerääjäkasveja ja orgaanisia lannoitteita käyttävien viljelijöiden keskuudessa, sillä sen avulla saadaan aiempaa tarkempi arvio kasvien typpihuollosta ja lannoitustarpeesta.

Testin suoritti Wood's End laboratorio Mainesta, jonka perustaja **Will Brinton** on ollut kehittämässä testin mikrobiaktiivisuusanalyysijä. Monipuolisista analyyseistä huolimatta kasvukuntotesti on melko edullinen, 55 dollaria (noin 52 €).

Toinen ulkomainen analyysi oli Kinsey Agricultural Servicesin analyysipalvelu.

Analyysi perustuu edesmenneen professori **William A. Albrechtin** tutkimuksiin kationitasapainosta. Teorian mukaan ravinteiden kokonaismäärien lisäksi pitää kiinnittää huomiota niiden suhteisiin. Yrityksen perustaja **Neal Kinsey** on tehnyt neuvontaa alalla 40 vuotta, kirjoittanut aiheesta suosittuun kirjan (*Hands on Agronomy*) ja kiertää maailmalla luennoimassa aiheesta. Albrechtin ravinnesuhteisiin perustuvaa neuvontaa tekee usea muukin yritys, mm. Suomessakin toimiva skotlantilainen Glenside Group.

Suomalaisesta analyysistä poiketen uutto tehdään melko vahvalla hapolla (Mehlich 3, pH 2,9) ja fosfori uutetaan Olsenin menetelmällä (natriumvetykarbonaattiuutto, pH 8,5). Muista laboratorioista poiketen Kinsey keskittyy neuvontaan. Joka analyysin mukana tulee siis lannoitussuositus, joka sisältyy analyysin 50 dollarin (47 €) hintaan.

Kolmas ulkomainen laboratorio oli Logan Labs, joka on

erikoistunut tekemään analyseja sarjatyönä. Sarjatyön ansiosta analyysi on edullinen, ja kattaa pää-, sivu- ja hivenravinteet sekä maan hiilipitoisuuden. Ravinteet määritetään samalla Mehlich 3- uuttolla kuin Kinseyn analyysissa, mutta tulosten tulkinta jää työn tilaajan harteille. Analyysin hinta oli 23,5 €/näyte.

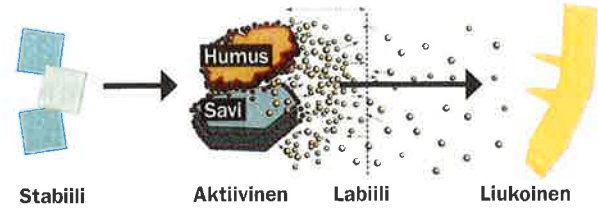
Maanäytteiden lähettämisessä Yhdysvaltoihin on oma haasteensa. Laboratoriolta on ensin pyydettävä lupalappu, joka kiinnitetään pakettin kylkeen. Lappu selvittää Yhdysvaltain tulliviranomaisille, että kyseessä on maanäyte, joka on menossa hyväksytylle näytteen käsittelijälle. Ilman lappua lähetetyt paketit tuhoataan kasvitautien leviämisen pelossa. Kahden kilon pakettin lähettäminen Yhdysvaltoihin maksaa nykyhinnastolla 36 €, joten näytettä kohden kustannuksia tulee noin 9 €.

Näytteiden käsittelyaika oli iloinen yllätys. Pakettin saapumisesta tulosten päätymiseen sähköpostiin meni nopeimmalla laboratoriollla (Logan Labs) nelisen päivää, hitaimmalla (Kinsey) noin kolme kuukautta.

Tulokset on koottu vertailukelpoiseen muotoon oheiseen taulukkoon. Seuraavaksi käydään tulokset läpi kohta kerrallaan perustiedoista hivenravinteisiin ja lopulta suosituksiin.

Maalaji, multavuus ja ravinteiden pidätyskyky

Suomalaisessa viljavuustutkimuksessa maan ravinteidenpidätyskykyä arvioidaan multavuuden ja maalajin perusteella. Niiden avulla määritetään kalkitusarve, oikea tavoitehappamuus sekä fosforin tavoitetasot. Vertailuissa ulkomaisissa tutkimuksissa nämä perustetaan kationinvaihtokykyyn, joka mittaa maan



Eri viljavuustutkimuksissa käytetyt uuttonesteet irrottavat eri osia maan fosforivarannoista.

kykyä pidättää ja varastoida vaihtuvia ravinteita.

Viljavuustutkimuksen mukaan lohko on runsasmultainen hiesavi (rm HeS). Lohkolla pitäisi olla siis melko korkea ravinteiden pidätyskyky. Happamuus (pH) on maalajiin nähden korkea ja fosfori hyvä.

Yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa määritetty kationinvaihtokyky antaa kuitenkin toisenlaisen kuvan. Kationinvaihtokyky on 12–16 cmol/kg, mikä viittaa karkeampaan maalajiin. Savilla kationinvaihtokyky on

vähintään 20 cmol/kg ja runsasmultaisilla savilla huomattavasti korkeampi (ks. taulukko KM 6/2014). Mistä ero johtuu?

Suomalaisessa viljavuustutkimuksessa maalaji ja multavuus määritetään silmämääräisesti. Jos lohko on hyvässä kasvukunnossa ja helposti murustuvaa, maalajimääritys voi mennä pieleen. Valitettavasti silloin myös multavuusluokitus menee usein väärin. Virhe näkyy vertailussa ulkomaisten testien multavuustuloksiin. Hehkutuskevennyksellä määritetty multavuus (OM %) on vain 4,0–4,8 %, mikä vastaa suomalaista luokkaa ”multava”. Runsmultaiseen verrattuna orgaanista ainetta on noin puolet.

Silmämääräisesti runsasmultaiseksi hiesaveksi määritetty lohko onkin todennäköisesti multava hieue tai hiesu. Mitä merkitystä tällä on viljelyn kannalta?

Ensinnäkin kevyemmän maalajin kalkitus pitää tehdä huomattavasti varovaisemmin kuin raskaan saven. Saman pH-yksikön muutokseen menee puolet vähemmän kalkkia multavalla hiesulla kuin runsasmultaisella hiesavella.

Tämäkin lohko on saanut suosituksen mukaisen määrän kalkkia, mikä on johtanut korkeaan pH:n ja hivenravinneongelmiin.

Toiseksi maalaji vaikuttaa fosforipitoisuuksien tulkintaan. Lohkolta mitattu 18 mg/l fosforipitoisuus on runsasmultaisella savimaalla hyvä, mutta multavalla hiesulla tyydyttävä.

Samoin uuden ympäristökorkauksen myötä typpilannoitusrajat on sidottu multavuuteen. Runsmultaisella lohkollla typpilannoitus on 10–20 kg alhaisempi multavaan verrattuna.

Viljavuusnäytteiden analyysitulokset tutkimuspaikoittain						
Viljavuusnäytteiden analyysitulokset analyysipaikoittain. Värit kuvaavat tulkintaa: vihreä on hyvä, punainen liian alhainen ja sininen liian korkea.						
			Viljavuus-tutkimus, Suomi	Kinsey, Yhdysvallat	Logan Labs, Yhdysvallat	Soil Health Tool, Yhdysvallat
	pH		6,8	6,9	6,6	6,8
	KVK	meq/100 g	14,08	12,01	16,4	
	Multavuus	OM %	6-12 %	4,8 %	4,1 %	4,0 %
Anionit	Typpi	kg/ha	-	85	-	116
	Rikki	ppm	5,3	6	11	-
	Fosfori	ppm	18	134	67	37
	P saturaatio	% sat			4,4 %*	8,5 %
Kationit	Kalsium	ppm	2200	2143	2588	1656
	Magnesium	ppm	180	166	154	95
	Kalium	ppm	200	188	148	115
	Natrium	ppm	-	19	24	28
Kationisaturaatio	Ca	%	78 %*	80 %	78 %	-
	Mg	%	11 %*	10 %	8 %	-
	K	%	4 %*	4 %	2 %	-
	Na	%	0,9 %*	0,6 %	0,6 %	-
	Muut	%	3,8 %*	4 %	4,8 %	-
	Vety	%	3 %*	1,5 %	4,50 %	-
Hivenet	Boori	ppm	0,6	0,55	0,35	
	Mangaani	ppm	15	87	20	
	Kupari	ppm	2,2	1,9	1,06	
	Sinkki	ppm	1,26	7,7	1,17	
	Alumiini	ppm			1180	332
	Rauta	ppm		766	282	103
	*) Tähdellä merkityt on laskettu tulosten perusteella.					

Suomalaisstakin viljavuustutkimusta voi täydentää erikseen tilattavalla hehkutuskevennyksellä. Vaikka ei lähettäisi näytteitä ulkomaille analysoitavaksi, hehkutuskevennys kannattaa silti tilata, niin multavuus tulee määritettyä tarkasti. Joissain tapauksissa tämä voi vaikuttaa myös maalajimääritykseen ja sitä kautta lannoitus- ja kalkitussuosituksiin.

Typen vapautuminen ja typpilannoitustarve

Suomalaisessa tutkimuksessa ei yleensä määritetä typpeä tai pyritä arvioimaan typen vapautumista kasvukaudella.

Kinseyn tuloksissa maan multavuuden perusteella on annettu karkea arvio typen vapautumisesta (estimated nitrogen release) 85 kg N/ha.

Soil Health Tool panostaa typen vapautumisen tarkkaan arviointiin mittaamalla maan hiili- ja typpijakeita. Tulosten perusteella maassa on melko vähän (0,04 %) vesiliukoista hiiltä. Lisäksi hiilestä vain noin 16 % on mikrobeille käyttökelpoista.

Will Brintonin mukaan tämä on tyypillistä pohjoisen vyöhykkeen vanhoille metsämailla, jossa iso osa hiilestä on hyvin vanhaa, eikä osallistu hajotustoimintaan. Maan mikrobiaktiivisuus on kohtalainen, ja maan liukoinen hiili-typpisuhde on matala, C:N 8,8, jolloin mikrobi toiminta vapauttaa maasta typpeä runsaasti.

Näiden perusteella Soil Health Tool arvioi maasta vapautuvan noin 116 kg N/ha kasvien käyttöön, mikä riittää hyvin 3 500 kg/ha kaurasatoon.

Yleisarvosana maan kasvukunnosta on kuitenkin vain kohtalainen (Soil Health Score 11,8), joten kasvukunnon kehittämiseen ja kasvipeitteisyyteen on vielä panostettava.

Voiko fosforia olla liikaa?

Mikään vertailtavista tutkimuksista ei mittaa maan kokonaisfosforimäärää, mutta eri uutonesteet irrottavat eri fosforijakeita.



Onko kuvassa runsasmultainen hiesavi vai multava hiesu? Silmämääräinen määrittäminen on vaikeaa, mutta maalaji ja multavuus vaikuttavat analyysin tulkintaan.

Suomalainen ammoniumasettiutuo mittaa lähinnä helposti vaihtuvaa (labiilia) epäorgaanista fosforia, joten sillä saatiin alhaisimmat pitoisuudet (18 mg/l, hyvä viljavuus).

Toinen ääripää on Kinseyn käyttämä Olsenin testi (134 mg/l), joka uuttaa myös orgaanisen fosforin ja irrottaa tehokkaasti fosforia maasta.

Logan Labsin käyttämä hapan Mehlich 3 -uutto tuotti kahden ääripään välistä olevan tuloksen (67 mg/l), samoin kasvien juurieritteitä matkiva Soil Health Tool (37 mg/l).

Tulosten perusteella tässä maassa on runsaasti orgaanista fosforia ja aktiivisia fosforivaroja, jotka eivät näy suomalaisessa viljavuustutkimuksessa.

Tulosten havainnollistamiseksi pitoisuudet voi muuttaa kg/ha-muotoon, mikä on yleistä yhdysvaltalaisessa tulkinnassa.

Kaikissa analyyseissä fosforia oli liikaa kasvien tarpeisiin nähden. Kinseyn tuloksin mukaan fosforia oli tuplasti tavoitetasoon nähden, eli noin 120 kg/ha liikaa. Samoin Mehlich 3 -uuton perusteella maassa

on noin kaksinkertaisesti tavoiteteisiin nähden fosforia (72 kg/ha ylimäärin).

Molemmilla uutoilla fosforin pitoisuus on arveluttavan korkea, eli siitä on haittaa kasvien muiden ravinteiden saatavuudelle.

Periaatteessa saman tarkastelun voi tehdä myös suomalaisella viljavuustutkimuksella. Multavalla hiesulla tyydyttävä taso olisi 12 mg/l, joten pellossa on noin 12 kg/ha liikaa viljavuustutkimuksen mukaista fosforia.

Yhdysvaltalaiset analyysit antavat korkeampia lukuja, jotka kuvaavat paremmin sitä, että jos fosforitasot ovat korkeat, niiden laskemiseen menee huomattavan pitkä aika. Yli sadan kilon fosforiylimäärä vastaa noin 30 tonnia vehnää. Fosforitaseiden pitää olla siis negatiivisia hyvin pitkään, jotta maan fosforivarannot muuttuvat. Lisäksi Soil Health Toolin tulosten mukaan kasveille on riittävästi fosforia tarjolla.

Tätä lohkoa voisi todennäköisesti viljellä ilman fosforilannoitusta ainakin vuosikymmenen, ennen kuin tulokset näkyisivät sadoissa tai viljavuustutkimuksessa.

Mutta onko ylimääräisestä fosforista haittaa vesistöille? Soil Health Tool täydentää kokonaiskuvaa laskemalla fosforikylästyksen (fosforin pitoisuus verrattuna raudan ja alumiinin pitoisuuksiin). Koska näytteessä on huomattava määrä rautaa ja alumiinia (moninkertaisesti arveluttavan korkean raja-arvon yli), iso osa kokonaisfosforista on pidättyneenä maan rauta- ja alumiinipinnoille, eikä ole herkkä huuhtoutumaan.

Sekä Soil Health Toolin että Logan Labsin tulosten perusteella laskettu fosforisaturaatio on niin alhainen, että fosforivalunna ei pitäisi olla merkittävää.

Ravintesuhteet ja hivenravinteet

Eri uuttomenetelmät antoivat samansuuntaisia tuloksia pääkationien suhteen (Ca, Mg, K

ja Na). Suomalainen viljavuustutkimus ei sisällä kationinvaihtokykyä, mutta se voidaan laskea Käytännön Maamies -lehdessä 6/2014 olleilla kaavoilla tai käyttäen ilmaista laskuria (<http://luonnonkoneisto.fi/kationinvaihtokyky>).

Vertailun perusteella kaikki analyysit antoivat samansuuntaisen tuloksen: kalsiumia 78–80 %, magnesiumia 8–11 %, kaliumia 2–4 %, natriumia 0,6 %, muita ravinteita noin 4 % ja happamuutta 2–4 %.

Kinseyn käyttämän Albrecht-tulkinnan mukainen tavoitetaso olisi Ca 60–70 %, Mg 10–20 %, K 2–5 %, Na 0,5–3 % ja happamuus 10–15 %. Eli tulkinnan mukaan kalsiumia on liikaa ja happamuutta liian vähän. Lohkoa on kalkittu hieman liikaa, joten kalsium on syrjäyttänyt muita ravinteita kationinvaihtopaikoilta.

Ylikalkitus näkyy hivenravinteiden puutteena. Suomalaisen viljavuustutkimuksen mukaan lohkolle on puutteita kaikissa tutkituissa hivenissä ja rikissä. Yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa mangaanin taso on riittävä, mutta muut hivenet liian alhaisia. Kinseyn analyysi löysi kuusinkertaisen määrän sinkkiä suomalaisen verrattuna, mutta pitää tasoa silti liian alhaisena, sillä pellossa on fosforia ylimäärin. Tavoitetaso olisi noin kaksinkertainen, eli kymmenesosa fosforin määrästä.

Hivenravintetasojen sitominen muiden ravinteiden pitoisuuksiin on suomalaisittain uusi asia, mutta voi olla tärkeä lisätyökalu pelloilla, joissa on liikaa fosforia ja kalsiumia.

Mitä pelloille pitäisi tehdä?

Analyysein yhteydessä pyydettiin myös suositukset siitä, miten peltoa pitäisi lannoittaa. Kasvilajiksi ja sadoksi merkittiin 3500 kg/ha luomukauraa. Suositukset olivat melko samansuuntaisia, vaikka erojakin löytyi.

Merkittävin ero oli Soil Health Toolin ja muiden analyysien välillä. Soil Health Tool keskittyi vain typen, fosforin ja kaliumin saatavuuteen, eikä

Viljavuuspalvelun ja yhdysvaltalaisen konsultin (Kinsey) ravintesuositusten vertailu, kg/ha

	Viljavuuspalvelu	Kinsey
Typpi	15	Tarvittaessa
Fosfori	15	-
Kalium	40	118
Rikki	68	93
Boori	0,45	3,1
Sinkki	4	10
Kupari	2	1,4

kyseisellä lohkolle ollut näiden suhteen lannoitustarvetta. Sen sijaan testin mukaan maassa on merkittävä riski typen huuhtoutumiselle kasvukauden jälkeen, joten lohkolle suositeltiin heinävaltaista kerääjäkasvustoa (30 % typensitojia, 70 % heinäkasveja). Lohkon kaura on menossa viherlannoituksen suojaviljäksi, mutta tulosten valossa seokseen on syytä lisätä runsaasti heinäkasveja.

Viljavuuspalvelu suositteli peruslannoitukseksi 11 t/ha naudan kuivikelantaa ja hivenravinnetydennystä (kupari-, sinkki- ja booriravinteet). Kinseyn suositus oli tätä monimutkaisempi. Koska pH on korkea ja rikistä on puutetta, Kinsey suositteli 39 kg/ha maatalousriikkiä, joka happamoittaa peltoa ja parantaa hivenravinteiden saatavuutta. Maatalousriikin rikki on saatavilla vasta kuu-kausien kuluttua, joten rikin ja kaliumin täydennykseen Kinsey suositteli kaliumsulfaattia 280 kg/ha. Korkea kalsiumpitoisuus haittaa boorin ottoa, joten boorisuositus on korkeampi (22 kg/ha booraksia, 4 kg solubooria lehtilannoituksena) ja korkea fosforipitoisuus haittaa sinkin ottoa, joten sinkin suositus on huomattavasti korkeampi (28 kg/ha sinkkisulfaattia).

Koko Kinseyn suositteleman lannoitemäärän lisääminen maksaisi noin 400 €/ha, josta yli 200 € muodostuu kaliumsulfaatin hinnasta ja 100 € sinkkisulfaatista. Sinkin ja kuparin lisäykset kuitenkin kirpaisevat vain kerran, sillä niiden lisäys riittää vuosikymmeniksi. Kaliumia ja booria sen sijaan pitää lisätä muutaman vuoden välein, sillä

ne ovat huuhtoutumisherkkiä ja kasvien tarve on melko suuri.

Kertakorjauksena tehtynä kustannus ei ole liian suuri, ainakin suositusten perusteella kannattaa tehdä koeruutu pelolle ja tarkkailla hivenravinteiden puutostilaa lehtianalyysin.

Mitä tästä opittiin?

Suomalainen ammoniumaseptaattiin perustuva viljavuusanalyysi tuottaa samansuuntaisia tuloksia kuin maailmalla markkinoidut menetelmät. Heikkoutena voi pitää maalajin ja multavuuden silmämääräistä arviota, joka voi tuottaa hyvinkin poikkeavia tuloksia varsinaisiin mittauksiin verrattuna. Jos kalkitustarvetta on runsaasti, kannattaa selvittää, että maalaji ja multavuus on määritetty oikein tai laskea tuloksista maan kationinvaihtokyky.

Eri analyysit antoivat lisäksi uutta tietoa fosforista, sen varannoista ja huuhtoutumisriskeistä. Maahan on voinut kertyä vuosien varrella huomattavia fosforivarantoja, joiden purkamiseen menee vuosia. Toisaalta jos maassa on rautaa ja alumiinia runsaasti, korkeakaan kokonaisfosforipitoisuus ei välttämättä lisää huuhtoutumisriskiä.

Ehkä suurin anti oli tulosten tulkinnassa ja ravintesuhteiden huomioimisessa. Fosforia ja kalsiumia voi olla maassa myös liikaa vaikuttaen muun muassa kasvien boorin ja sinkin tarpeeseen. Yksittäisten ravinteiden sijaan pitäisi katsoa enemmän maan viljavuuden kokonaiskuvaa. □

Kirjoittaja on systeemianalyysiin erikoistunut tekniikan tohtori, MMM ja maanviljelijä.