



Hivenet siemenen pintaan

■ Teksti ja kuvat: Tuomas Mattila

Hivenravinnepuutokset ratkaistaan usein lehtilannoituksella, mutta osan ravinteista voi antaa myös kylvösiemenen pinnalla. Esimerkiksi mangaanipinnoituksella voi estää varhaisen mangaanipuutoksen.

Hivenravinteista on puutetta useimmilla pelto-lohkoilla. Lisäksi korkeat pH:n, kalsiumin ja fosforin tasot heikentävät monien hivenravinteiden saatavuutta.

Yleensä ongelmaa ratkotaan lehtilannoituksella, mutta kasvit voivat kuitenkin ottaa ravinteita tehokkaasti myös siemenkäsittelyn kautta.

Aihetta on tutkittu eniten maissa, joissa tuotantokustan-

nukset on pakosti pidettävä alhaisina: Pakistanissa, Intiassa, Lähi-Idässä ja Australiassa.

Katsaus aiheeseen (Farooq et al. 2012) kiteytti tulokset hyvin: ”siemenkäsittely on helppo ja kustannustehokas tapa saada hivenravinteita kasviin, joten se on houkutteleva vaihtoehto resurssiköyhille viljelijöille.”

Nykyisillä viljan hinnoilla myös meillä länsimaisilla viljelijöillä voi olla opittavaa resurssiköyhiltä kollegoiltaamme.

Mille ravinteille siemenkäsittely toimii?

Erinäiset viljelijät ja kokeilijat ovat testanneet lannoitusta siementen kautta.

Yhdysvaltalainen maaperätutkija ja lannoiteekspertti Viktor Tiedjens suositteli 1960-luvulla koko lannoituksen hoitoa siemenkäsittelyllä ja lehtilannoituksella, etenkin voimakkaasti kalkituilla pelloilla.

Suomessa yksittäiset viljelijät ovat laittaneet typpi- ja fosfori-

Käsittely heikentää siemenen valuvuutta, kunnes neste on imeytynyt. Oikealla käsittelemätön, vasemmalla käsitelty kaura. Keskellä on purkillinen väriaineena ja kiinnittimenä toimivaa *Ascophyllum nodosum* merilevää, joka sisältää runsaasti kasvunestettä ja muita ”biostimulantteja”. Ravinteiden kustannukset ovat noin 6 € ja merilevälle 0,3 € hehtaaria kohden.

lannoitteita siemenen pintaan peittauksen yhteydessä.

Useimmiten siemenpeittauksista kuitenkin tehdään ravinteille, joiden poistuma sadossa on hyvin pieni. Tällöin siemenen pintaan laitettavalla määrällä saadaan katettua suuri osa kasvin ravinnetarpeesta.

Tyypillisissä kokeissa esimerkiksi sinkkiä on lisätty 50–200 g/ha, mikä riittää useamman tonnin vehnäsatoon.

Sinkin, mangaanin ja kuparin tarpeesta saadaan katettua suurin osa siemenkäsittelyllä (ks. taulukko).

Boorin osalta siemenkäsittely on riskialtista, sillä liian suuri booripitoisuus aiheuttaa kasvuhäiriöitä. Yleensä boorin sie-



menkäsittelyllä ei saa katettua koko poistumaa.

Typpeä ja fosforia saa siemenen mukana joitain satoja grammoja hehtaarille, mikä on vain murto-osa useamman kymmenen kilon poistumaan verrattuna. Fosforilla määrä voi toimia pienenä lisästarttina.

Joitain ravinteita tarvitaan vain muutamia grammoja, ja kylvösiemen voi jo valmiiksi sisältää koko sadon tarvitseman määrän.

Kobolttin, molybdeenin ja seleenin lisäyksissä hyvin pienet määrät riittävät lannoitukseen.

Valitettavasti pienet määrät riittävät myös ihmisen elimistön toiminnan sotkemiseen.

Ravitsemussuositusten suosittelema kivennäisainesten saanti ylittyy jo, kun hengittää tai nielee milligramman (=kaksi timoteinsientä) kuparisulfaattia, mangaanisulfaattia tai natrium-selenaattia.

Hivenistä seleeni on niin myrkyllistä ihmisille, että maatilamittakaavan käsittely ei ole työturvallinen vaihtoehto ilman

tarkoitukseen tehtyjä laimennettuja tuotteita.

Muutkaan hivenravinteet eivät ole turvallisemmasta päästä. Mangaani kertyy elimistöön ja voi aiheuttaa hermostotauteja pitkällä aikavälillä, kupari ja sinkki taas ovat äärimmäisen myrkyllisiä vesieläimille.

Jos väkevästä hivenravinteesta lähtee sekoittamaan siemenpeittausseosta, asiaan on suhtauduttava huomattavalla vakavuudella ja hyvillä suojavarusteilla, hengityssuojaimella, silmäsuojalla ja hansikoilla.

Kotitekoinen nestepeittain, suuttimet, mittarit ja venttiilit maksoivat noin 180 euroa. Peittausneste tulee yläosasta ja virtaa venttiin ollessa auki takaisin. Kun venttiiliä sulkee, paine kasvaa ja syöttö ohjautuu suuttimille.

teistolla. Torjunta-aineisiin verrattuna kuitenkin vaatimukset levitystasaisuudesta ja alhaisista käyttömääristä ovat pienemmät, joten pärjää yksinkertaisemmalla laitteella.

Viljaruuviin liitetty suutin antaa useimmiten riittävän tasaisen levitystuloksen, etenkin jos nestemäärän lisää noin 10–20 litraan tonnia kohti.

Tällöin jyvät tosin kasvavat niin paljon, että niitä kannattaa seisottaa vähintään yön yli ennen lastausta kylvökoneeseen.

Jyvän kustutuksella saadaan myös muita etuja, sillä kasvi valmistautuu jo itämiseen, mikä nopeuttaa kasvuunlähtöä maassa.

Tutkimuksissa esikostutuksella pelkällä vedellä (seed priming) on saatu vastetta satoon, ravinteiden käyttöön ja vedenkäyttöön.

Tulosta voi parantaa entisestään erilaisilla biostimulanteilla, esimerkiksi merilevän sisältämällä aukuksineilla, betaiineilla ja muilla kasvunestiteillä.

Melassia on käytetty sekä tiloilla että tutkimuksissa parantamaan nesteen tarttumista jyviin. Käytännön hyötynä merilevästä tai melassista on myös jyvän tummuminen, jolloin on helpompi nähdä, kuinka tasaista käsittely on.

Kostutettu siemen säilyy useita päiviä ennen itämisen alkua, joten siemenet voi peittää noin viikon etukäteen odottamaan kylvöä. □

Miten siemenkäsittely toteutetaan käytännössä?

Suomessa ei markkinoida tällä hetkellä siemenkäsittelyyn tarkoitettuja hivenravinteita.

YaraVita Mantrac Prota käytetään Iso-Britanniassa siementen pinnoitukseen.

NoroTecillä on Ruotsissa myynnissä siementen käsittelyyn kolme tuotetta: mangaani, mangaanin ja kuparin seos sekä syysviljaseos, jossa on fosforia, kaliumia, magnesiumia, rikkiä, mangaania, sinkkiä ja typpeä.

Käsittelyn voi tehdä samaan aikaan peittauksen kanssa ainakin NoroTecin valmisteilla ja YaraVita Mantrac Prolla.

Lehtilannoitukseen tarkoitettut kelaatit toimivat pinnoituksessa hyvin, mutta useimmiten sulfaatit ovat edullisempia.

Niitä voi ostaa peruskemikaaleja myyvistä yrityksistä (esimerkiksi Algol Chemicals), mutta byrokraattisesti oikeaoppisempaa on ostaa ne lannoitealan toimijaksi rekisteröityneeltä välikädeltä.

Siemenkäsittelyyn saa tehtyä tyypillisellä nestepeittauslait-

Hivenpeittausmäärät			
Hivenravinne	Poistuma, g/ha	Tyypillinen lisäysmäärä, g/ha	Yhdiste
Sinkki	90-300	7-200	Sinkkisulfaatti
Mangaani	100-400	15-500	Mangaanisulfaatti
Kupari	20-40	500	Kuparisulfaatti
Boori	20-40	2	Natriumboraatti
Koboltti	0,2-2	0,5-20	Kobolttisulfaatti
Molybdeeni	0,5-1	50-120	Natriummolybdaatti
Seleeni	0,5-5	1-10	Natriumselenaatti

Eri hivenravinteiden poistuma 5 tonnin viljasadossa ja siemenkäsittelyssä tyypillisesti käytettyjä ravinmääriä. Hivenravinteita poistuu viljasadon mukana vain muutamia kymmeniä tai satoja grammoja. Siemen kuorutetaan suunnilleen samalla määrällä.

LÄHTEET: MARSCHNER, 2012 "MINERAL NUTRITION OF HIGHER PLANTS", TUOTESELOSTEET

Mikrobivoimaa KASVUUN

■ Teksti: Iiris Mattila

■ Kuva: Annaleena Ylhäinen

Siemenen ympääminen hyötymikrobeilla voi torjua kasvitauteja, parantaa ravinteiden ja veden ottoa, edistää kasvua sekä lisätä viljelykasvin vastustuskykyä.

Eniten mikrobeja löytyy juuristovyöhykkeestä. Useat erittävät kasvin kasvua edistäviä hormoninkaltaisia yhdisteitä, jotkut irrottavat maasta vaikealiukoista fosforia, jotkut sitovat ilmakehän typpeä joko symbioottisina juuristobakteereina nystyrässä tai sitten vapaana elävinä typensitojina, osa mikrobeista torjuu taudinaiheuttajia antibiootin ja entsyymein, osa aiheuttaa kasvissa sen oman immuunisysteemin vahvistumisen, ja jotkut mikrobit tuottavat kelaatteja, jotka kuljettavat hivenravinteita (Fe, Zn, Cu, Mn) kasvin saataville.

siemenet tarkoitukseen suunnatuilla mikrobeilla.

Kasveille hyödyllisiä maabakteereita kutsutaan yhteisnimityksellä Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR).

Joukkoon kuuluu sekä bakteereita että sieniä, kumppaakin monia sukuja ja sukujen sisällä monia lajeja.

Kasvit ohjaavat huomattavan osan yhteyttämästään hiilestä ritsosfääriin erilaisina juurieriteinä.

Osa juurieriteistä palvelee kasvin ravinteidenhankintaa, osa päättyy ravinnoksi mikrobeille, jotka palauttavat palvelun.

Kasvinsuojeluaineista fungisidit voivat vaikuttaa maabakteerien hyötyvaikutuksia heikentävästi.

Rikkakasvien kemiallinen torjunta vähentää pellon kasvipeitteisyyttä ja juuristoalueen monimuotoisuutta, mikä on mikrobin kannalta katsottuna elinympäristön menetys ja ruokajakelun keskeytys.

Kasvin hyvinvointia edistäviä mikrobeja voi "viljellä" huolehtimalla pellon jatkuvasta kasvipeitteisyydestä, poistamalla maan tiivistymät, koska nämä

hyötyeliöt tarvitsevat happea kasvaakseen, sekä lisäämällä peltomaahan säännöllisesti orgaanista ainesta.

Millaisia valmisteita Suomessa myydään?

Mikrobivalmisteet, joita Suomessa tällä hetkellä myydään, ovat pääasiassa muutamaa valitua kantaa maan hyötymikrobeista.

Koska samanlajisillakin maabakteereilla (esim. *Pseudomonas chlororaphis*) hyötyvaikutusten määrä kasville vaihtelee kanta-kohtaisesti, on tuotetta varten valittu tiettyyn tarkoitukseen erityisen tehokas kanta (esim. *P. chlororaphis MA342*).

Tätä kantaa on tuotetta varten kasvatettu, valmisteeseen on yleensä lisätty jotain "kantoainetta", johon mikrobit kiinnittyvät ja joka mahdollistaa tuotteen turvallisen ja helpon käsittelyn, sekä joitain mikrobeille tärkeitä starttiravinteita.

Myyntissä olevat pohjoismaiset tuotteet keskittyvät kasvitautilien torjuntaan, ja ulkomaisia tuotteita markkinoidaan ravinteiden saatavuutta parantavina.

Markkinoitujen ominaisuuksien lisäksi tuotteet voivat yllättää muillakin hyödyillä, mutta peltokokeiden tuloksia Suomesta on heikosti saatavilla.

Olisikin ilahduttavaa kuulla viljelijöiden kokemuksia tuotteiden toimivuudesta tai toimimattomuudesta erilaisissa oloissa ja eri viljelymenetelmillä.

Miten valita sopiva valmiste?

Maailmalla on myyntissä valtava valikoima tuotteistettuja maan hyötymikrobeja, mutta niiden toimivuutta ei ole aina tutkittu.

Hyvässä peltomaassa kasvin ritsosfääri eli juuristovyöhyke on täynnä kasville hyödyllisiä eliöitä.

Pitkään jatkunut kasvinsuojeluaineiden käyttö sekä vahva kemiallinen lannoitus voivat kuitenkin heikentää maan omaa mikrobistoa siinä määrin, että mikrobien lisäys maahan kannattaa.

Mikrobien avulla voidaan saavuttaa viljelykasville useanlaisia hyötyjä. Ne voivat esimerkiksi tehostaa ravinteiden (P, Fe, Zn, Cu, Mn) ja veden saatavuutta, parantaa viljelykasvin vastustuskykyä taudinaiheuttajia vastaan, torjua kasvitauteja aiheuttavia mikrobeja sekä sitoa typpeä.

Myös viljelykasvien tautipainetta voi tehokkaasti ja myrkyttömästi vähentää peittamalla

Mikrobipeittausainetta valitessa on tärkeää ensin tietää mihin tarkoitukseen niitä haluaa käyttää, ja sen jälkeen valita riittävästi tieteellistä näyttöä sisältävä, mahdollisimman lähellä kehitetty tuote.

Pohjoismaissa kehitellyt ja valmistetut mikrobi tuotteet sisältävät mikrobeja, jotka selviävät Suomen kylmissä oloissa.

Eteläisempien mikrobien kasvulämpötilaoptimi ei välttämättä toteudu täällä koko kasvukauden aikana, mikä tarkoittaa ettei mikrobi ehkä pääse tuotamaan luvattua hyötyä maassa.

Lisäksi on mahdollista, että suomalaisen maan oma mikrobifloora kilpailee eteläisemmän vieraan ulos ekosysteemistään (ritsosfääristä) ennenkuin vieras ehtii lisääntyä osaksi systeemiä.

Erilaisia mikrobi tuotteita

Oheiseen taulukkoon on koottu Suomessa myytäviä mikrobi tuotteita, niiden vaikutuksia ja tieteellistä tutkimusta.

Taulukossa on peittaukseen, ruiskutukseen, taimikäsittelyyn ja kasteluun suunniteltuja tuotteita.

Taulukossa voi olla tuotteita, joita ei suoranaisesti markkinoida siemenkäsittelyyn, mutta jotka voivat hyödyttää viljelykasvia myös siten käytettynä.

Ruiskutteina markkinoituja tuotteita voidaan myös käyttää siemenkäsittelyyn. Tällöin hyötymikrobi pääsee kasvin läheisyyteen heti itämisestä alkaen.

On myös tutkimuksissa tehokkain todettuja mikrobeja, joita ei tuotteistettuna Suomesta vielä saa.

Eräs esimerkki on maaperäsieni *Trichoderma harzianum*. Sen monimuotoiset maaperäpalvelut ovat listattuna taulukkoon, vaikkei sienestä valmistettuja tuotteita olekaan tällä hetkellä Suomessa myynnissä.

T. harzianumia on käytetty onnistuneesti jopa fungisideja sisältävässä integroidussa kasvin suojelelussa, mikä kertoo mikrobien kestävydestä. □

Kinjoittaja on mikrobiologi ja maanviljelijä.

Siementen käsittelyyn sopivia mikrobi tuotteita									
Valmiste	Valmistaja tai myyjä	Mikrobikanta	Parantaa ravinteiden saatavuutta	Parantaa juuriston kasvua	Tehostaa kasvin puolustuskykyä	Torjuu kasvitautteja	Valmistettu Pohjoismaissa	Saatavilla tieteellisistä tutkimuksista	
Cedomon, Cerall	Henkikija	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> MA342	fosfori	ei	kyllä	ohranverkolaiikkui, viinivauri, kauranientilaikkui, kauranavonoki, vehnähälsuonoki, vähentää rapsin kuivamätää kohtalaisesti	kyllä	Runsaasti: Kyseinen kanta tutkittu tehokas tauttien torjuna. Muut hyötyvaikutukset mahdollisia.	
Mycostop	Verdera	<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61	ei	kyllä	ei	<i>Fusarium</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Phomopsis</i> -sukujen sienten aiheuttamat taudit, ei punahome, lehtilaiikkui, lehtipolte ym.	kyllä	Runsaasti: Testattu pohjoisissa olosuhteissa. Vahvuus kasvinsuojelussa, tarkasta taudit käyttöohjeesta.	
Serenade ASO	Bayer CropScience	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	fosfori	ei	kyllä	Pääasiassa harmaahome	kyllä	Runsaasti: Tuotteen pääasiallinen käyttökohte on tauttorjunta, mutta muurikin kasvia edistävät ominaisuudet vaikuttanevat kasvustossa. On todettu myös vähentävän möhjuuria rypissä.	
RhizoVital 42 FZB24	Avago	<i>Bacillus subtilis</i> FZB24	fosfori	kyllä	kyllä	Perunaseitti, perunanrapi, useat kasvihuonekasvien taudit, myös vehnän härmää vastaan, tutustu käyttöohjeeseen.	kyllä	Useita saksalaisia tutkimuksia. Vaikuttaa tehokkaasti tauttorjunnassa ja kasvin kasvun edistäjänä. Tuotteen hyödyt lienevät kaikissa B. subtilisen PGPR-ominaisuuksissa toiminnoissa yhdessä. Ei löydy koetoksia Suomesta.	
Typpiymipit	Elomestari	<i>Rhizobium</i> -suvun bakteereita	sitoo typpeä	ei	ei	ei	kyllä	Runsaasti: Palkokasville tulee valita sopiva typensitoja erityisesti viljelemissä harvinaisempia lajeja, kuten vuohenhermettä, sinimailasta, valkomesikkää.	
Symbio MycoForce	Oy Schetelig Ab	Useita mykorrhisioja, maabakteereita ja sieniä	kyllä, sitoo myös typpeä	kyllä	kyllä	ei	englantilainen	Tuotteen tarkoitus on tarjota maaperään monimuotoinen PGPR-lajisto. Parhaimmillaan se voi toimia. Sisältää ei ole erityy. eliöiden kestävyttä Suomen olosuhteissa ei ole kokeiltu. Osa viljelykasveista ei muodosta symbioosia mykorrhisiojen kanssa.	
Prestop, PrestopMix	Verdera	<i>Gliocladium catenulatum</i> J1446	ei	ei	ei	taimipoite ja juurtomätä (<i>Pythium</i> ja <i>Rhizoctonia</i>), harmaahome, kurkun mustapistemätä, juurilato, perunan harmaahälsä ja porkkanan seittimätä	kyllä	Pajon tutkimusta Suomesta. Tuotteet on suunniteltu taimi-, yrtti- ja koristekasvien viljelyyn. Tauttorjunnassa tehokas.	
Rhizocel	Verdera	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IT45	fosfori	kyllä	kyllä	ei	ranskalainen	Markkinoidaan golfkenttien hoitoon. Bakteerikanta on hyödyllinen. Ei hyvää tutkimusta kyseisestä kannasta.	
AzoFix	kasvin-suojelu.fi	<i>Azotobacter vinelandii</i>	sitoo typpeä	kyllä	kyllä	ei	liettualainen	Tuotteen valmistajan omat peltokokeet osoittavat hyötyä ruiskutuksissa. A. vinelandii on monityyppinen PGPR-laji. Suomalaisia kokeita ei ole.	
FosFix	kasvin-suojelu.fi	<i>Bacillus megaterium var phosphaticum</i>	Fosfori, Fe, Zn, K, Mn	kyllä	ei	kyllä	liettualainen	Tuotteen valmistajan omat peltokokeet osoittavat hyötyä ruiskutuksissa. Bakteeri on erittäin tehokas fosforin irrottaja. Muut hyödyt kuin fosforin saatavuus on todettu tieteellisin tutkimuksin eri puolilla maailmaa. Suomalaisia kokeita ei ole.	
Ei valmisteita Suomessa		<i>Trichoderma harzianum</i>	P, Fe, Zn, Cu	kyllä	kyllä	kyllä		Runsaasti: Kantakohtaisia eroja tehokkuudessa.	