

Ymppäys, kalkitus ja täydennyskylvö

Petri Leinonen

Elomestari Oy, Koskitie 185, 95520 Tornio *petri.leinonen@elomestari.fi*

Tehokas biologinen typensidonta vaatii paitsi soveltuvan apilalajikeen ja apilalle sopivat kasvuolot, myös tehokkaan *Rhizobium*-juurinystyräbakteerisymbioosin. Kylvösiemenen ympäyksellä varmistetaan tehokas nystyröinti, jolloin kasvuolojen muuten salliessa biologiselle typensidonnalle ja hyvälle sadolle luodaan edellytykset.

Usein apilat nystyröityvät tehokkaasti ilman ympäystäkin maaperän luontaisten nystyräbakteerien toimesta. Jotta ympäystä osattaisiin käyttää silloin kun siitä saadaan kunnan satovaste, olisi kyettävä ennustamaan maan luontaisen *Rhizobium*-populaation tehokkuus.

Etelä- ja Keski-Suomesta kerätyistä maanäytteistä analysoitiin maan fysikaalis-kemiallisten ominaisuuksien lisäksi myös apiloita nystyröivien *Rhizobium*-bakteerien lukumäärä sekä tutkittiin maanäytteen bakteeripopulaation tehokkuus kasvatuskokeella. Maanäytteet olivat tilapareista (luomu-tavanomainen), jolloin luomulohkoilla apilaa oltiin viljelty säännöllisesti, tavanomaisilla tiloilla taas apilaa ei oltu viljelty ainakaan kymmeneen vuoteen (yhtä poikkeusta lukuunottamatta).

Apilakierrossa olleilla lohkoilla oli selkeästi suurempi määrä apilan *Rhizobium* -bakteereita eikä ympäyksellä saavutettu astiakokeessa sadonlisäystä. Tavanomaisilla, apilattomassa viljelyssä olleilla lohkoilla maan luontainen *Rhizobium*-populaatio kasvoi maan pH:n kohotessa. Bakteeriympäyksellä saatiin satovaste happamilla mailla, muttei enää maan pH:n ollessa yli 5,5. Typpibakteeriympäyksellä voidaan siis kompensoida alhaista pH:ta tilanteissa, joissa apilaa viljellään pitkän tauon jälkeen ensimmäistä kertaa.

Apilan siemenen kalkkipilleröinnillä (ympäykseen yhdistettynä) luodaan apilantaimen juuristoon suotuisa mikroympäristö nystyröinnille ja taimen nopealle alkukehitykselle. Pilleröidyillä siemenellä on kirjallisuuden mukaan myös etuja pintaan tehtävässä täydennyskylvössä. Täydennyskylvön, kalkkipilleröinnin ja ympäyksen osalta tuotekehitys- ja tutkimustyö on käynnissä, esityksessä käydään läpi tähän kysymyksenasetteluun liittyvää problematiikkaa.

Johdanto

Palkokasvien nystyröinnin ja typensidonnan varmistamiseksi siementen ympäys eli siirrostus tehokkailla nystyräbakteereilla on vanha, koettu tekniikka. Ensimmäiset kotimaiset typpibakteerivalmisteet tulivat myyntiin jo 1920-luvulla.

Apilat kuuluvat luonnonvaraiseen kasvilajistoomme ja lähes kaikissa (pelto)maissa onkin apilan nystyröintiin kykeneviä *Rhizobium leguminosarum* biovar. *trifolii* -bakteereita. Osassa peltoja typpibakteeriympäys ei tuotakaan satovastetta, jolloin toimenpiteeseen mennyt työ ja raha on tarpeetonta. Toisaalta ympäys on toimituksena helppo ja edullinen - ainekustannus on alle 10 euroa/ha - jolloin pienikin sadonparannus helposti maksaa itsensä takaisin.

Aiemmissä tutkimuksissa herneellä havaittiin, että peltomaiden luontainen herneen nystyröintiin kykenevää *Rhizobium*-populaatiota selittää parhaiten maan happamuus: happamissa maissa luontaisia bakteereita on vähän ja ne ovat tehottomia, jolloin ympäyksellä saadaan selvä sadonparannus. Peltomaan pH:n ylittäessä 5,8 ei sadonparannuksia enää saatu (Leinonen 1991). Apilan ja herneen typpibakteerit ovat taksonomisesti hyvin lähisukuisia, jolloin voisi olettaa, että edelläoleva pätee myös apiloilla.

Maan luontainen bakteeripopulaatio on hyvin monimuotoinen. Isäntäkasvin viljely muuttaa populaation tiheyttä sekä geneettistä koostumusta, joskin ilmiö on vielä heikosti tunnettu ja ymmärretty (esim. Wilson ym. 1998). Isäntäkasvin lisäksi kalkitus on usein todettu merkittävimmäksi maan luontaisen *Rhizobium*-populaation muokkaajaksi: yleensä pH:n nousu ja lisääntynyt Ca-pitoisuus suosivat typpibakteereita (Wood ja Shepherd 1987, Nazih ym. 1993).

MABIN-hankkeen (Palojärvi ym. 1999) myötä tarjoutui mahdollisuus ottaa maanäytteitä, joissa samaa maata oli viljelty sekä tavanomaisesti että luonnonmukaisesti, eli viljelykierrolla, jossa joko ei ole tai on apilaa viljelyssä. Näiden maanäytteiden typpibakteeripopulaatiota ja ympäysvastetta analysoimalla oli tavoitteena hankkia lisäymmärrystä maan luontaisen *Rhizobium*-populaation kehityksestä.

Koska peltomaan pH on tärkein typpibakteeripopulaation kokoon vaikuttava ominaisuus, on ympäyksen ja nystyröinnin tehostamiseksi on kehitetty kylvösiementen kalkkipilleröintiä. Ajatuksena on tarjota nystyröinnille suotuisa mikroympäristö. Koetoiminta menetelmän toimivuudesta olosuhteissamme on käynnissä.

Aineisto ja menetelmät

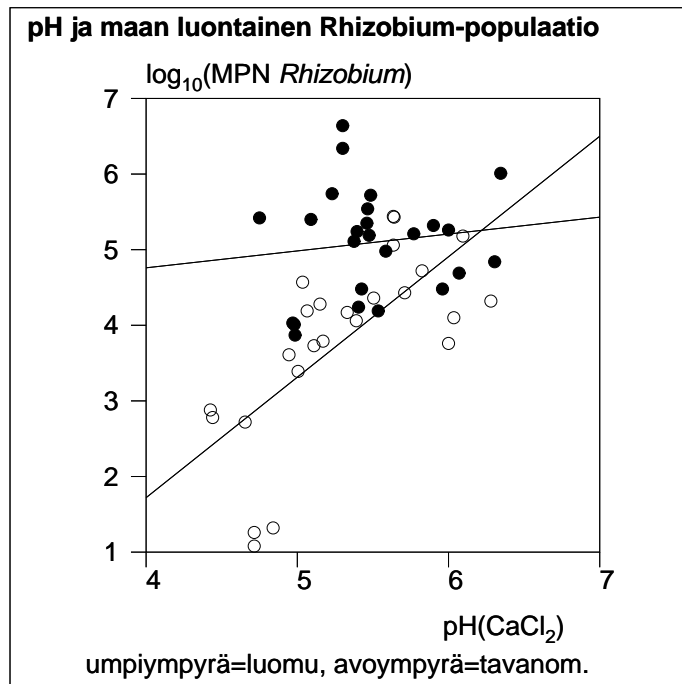
Varsinais-Suomesta ja Hämeestä oli käytettävissä maanäytteitä tilapareilta, joissa naapurilohkoja oli viljelty joko luonnonmukaisesti tai tavanomaisesti vähintään 10 vuoden ajan (Palojärvi ym. 1999). Lisäksi alueellisen ja maalajivaihtelun lisäämiseksi otettiin maanäytteitä 4 vastaavalta tilaparilta Keski-Pohjanmaalta ja Etelä-Savosta. Maanäytteitä analysoitiin 1997-1999 näytteistä yhteensä 52 kpl.

Maanäytteistä määritettiin monipuolinen kokoelma fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia muuttujia. pH määritettiin 0,01 M CaCl₂ -uutoksella. Maan apilaa nystyröivä *Rhizobium*-populaatio määritettiin kasvi-infektio-tekniikalla MPN-statistiikkaa hyväksikäyttäen (Somasegaran ja Hoben 1985). Maanäytteen bakteeripitoisuuden jakauma normalisoitiin log₁₀ -muunnoksella ennen tilastollisia analyysyjä.

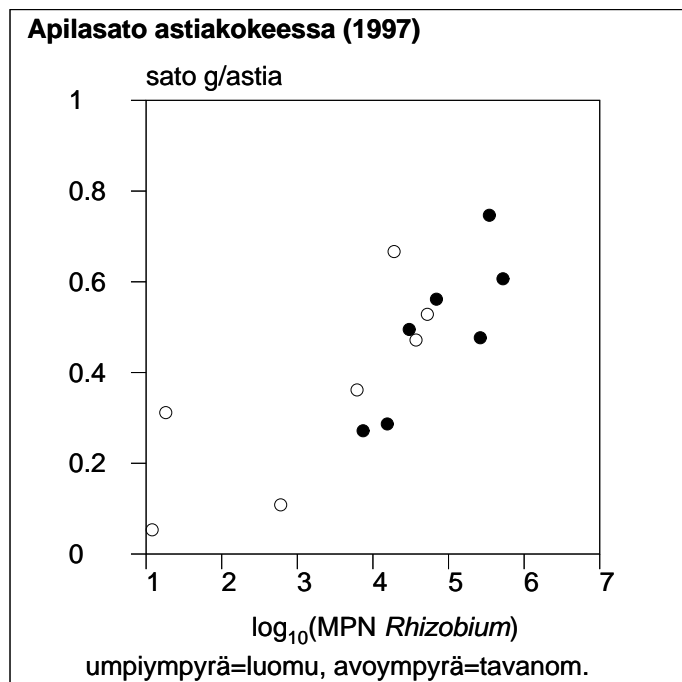
Maanäytteen typpibakteeripopulaation tehokkuus ja ympäysvaste määritettiin kasvattamalla kasveja typettömässä ravinneliuoksessa perliitti kasvatusalustana, maanäytettä lisättiin vain 5% kokonaistilavuudesta bakteerisiirrokseksi. Näin maanäytteen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet eivät vaikuta kasvin kasvuun.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

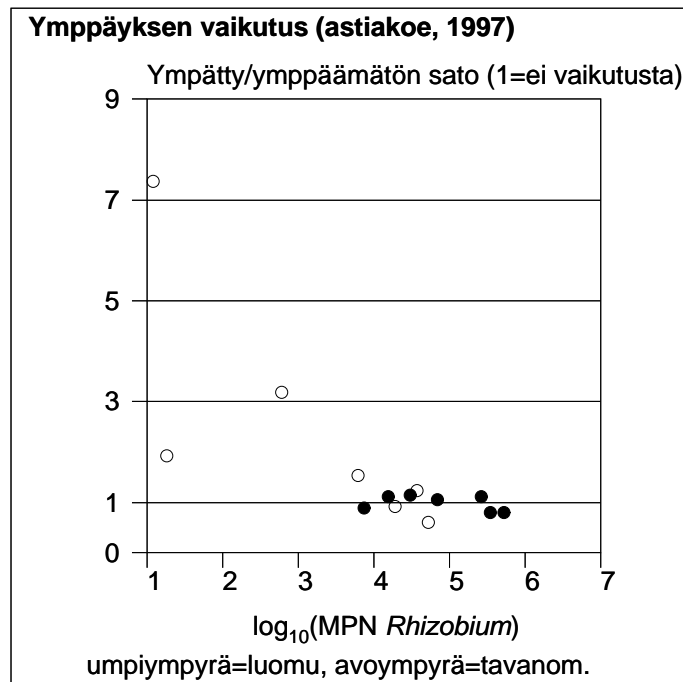
Säännöllisellä apilaviljelyhistorialla - tässä aineistossa luomuviljelyllä - oli selvä vaikutus maan apilaa nystyröivään *Rhizobium* -populaatioon. Peltomaissa ilman apilaviljelyhistoriaa maan luontaisten nystyräbakteerien lukumäärä lisääntyi pH:n noustessa, kun taas pitkän apilahistorian omaavissa maissa pH:n vaikutus *Rhizobium*-populaatioon oli heikompi (kuva 1).



Typpibakteeripopulaation tehokkuutta mittaavassa astiakokeessa sato lisääntyi maan luontaisten typpibakteerien lisääntyessä eli korkean pH:n maissa. Erityisen selvä happamuuden ja luontaisen *Rhizobium*-populaation tehokkuuden välinen riippuvuus oli maanäytteissä, joissa apilaa ei oltu viljelty. Säännöllisessä apilakerrossa olleilla lohkoilla riippuvuus oli heikompi (kuva 2).



Siementen typpibakteeriympäyksellä saatiin selvä sadonlisäys, kun maaperän luontaisten apila nystyröivien *Rhizobium*-bakteerien lukumäärä oli 10^3 tai alhaisempi (kuva 3). Käytännössä maissa, joissa oltiin säännöllisesti viljelty apilaa, ei typpibakteeriympäyksellä saavutettu sadonlisäystä.



Johtopäätökset

Viljeltäessä apilaa pitkän tauon jälkeen maaperän *Rhizobium*-populaatio on voimakkaasti riippuvainen maan happamuudesta: pH:n ollessa alle 5,5-6 maan luontainen typpibakteerikanta ei nystyröi kylvettyä apilaa kunnolla hyvään kasvuun. Tällaisissa oloissa siementen ympäys typpibakteerivalmisteilla tuottaa selvän sadonlisäyksen.

Apilaviljely - ympäen tai ilman - lisää typpibakteerien määrää niin runsaaksi, etteivät siirrosbakteerit enää pärjää nystyränmuodostuskilpailussa maaperässä jo olevien bakteerien kanssa. Näyttääkin siltä, että säännöllisessä apilakierrossa ympäyksellä ei saavuteta sadonlisäystä.

Olisi mielenkiintoista selvittää, miten isäntäkasvin - tässä apilan - viljely vaikuttaa maan *Rhizobium*-populaation geneettiseen koostumukseen. Bakteerien välinen lajinsisäinen kilpailu lienee kovaa, sillä peräkkäisinä vuosina hernetä viljeltäessä nystyröistä eristetyt bakteerit erosivat toisistaan huomattavasti (Wilson ym. 1998). Sekä eri bakteerikantojen välinen kilpailu että ilmeisesti myös geneettinen rekombinaatio (Rao ym. 1994, Sullivan ym. 1995) olisi syytä tuntea nykyistä paremmin, jotta pystyttäisiin optimoimaan siirrosbakteerien käyttöä eri olosuhteissa nykyistä tarkemmaksi. kyistä tarkemmaksi.

Kirjallisuus

Laguerre, G., Geniaux, E., Mazurier, S.I., Rodriguez-Casartelli, R. & Amarger, N. 1993. Conformity and diversity of field isolated of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*, bv. *trifolii* and bv. *phaseolii* revealed by DNA hybridization using chromosomal and plasmid probes. Can.J.Microbiol. 39:412-419.

Leinonen, P. 1991. Milloin herne tarvitsee typpibakteeriympäyksen. Koetoiminta ja käytäntö 48:48 (23.4.1991).

Nazih, N., Sen, D. & Weaver, R.W. 1993. Population densities and clover rhizobia in Texas pastures and response to liming. Biol.Fertil.Soils 15:45-49.

Palojärvi, A., Alakukku, L., Martikainen, E., Niemi, M., Vanhala, P., Jörgensen, K., Esala, M. 1999. Maaperän biologiset, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet luonnonmukaisessa ja tavanomaisessa viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A (1999):67, p. 236

Rao, J.R., Fenton, M. & Jarvis, B.D.W. 1994. Symbiotic plasmid transfer in *Rhizobium leguminosarum* by *trifolii* and competition between the inoculant strain ICMP2163 and transconjugant soil bacteria. Soil Biol. Biochem. 26:339-351.

Somasegaran, P. and H.J. Hoben. 1985. Methods in Legume-Rhizobium Technology. NifTAL, Paia, Hawaii. 367pp.

Sullivan, J.T., Patrick, H.N., Lowther, W.L., Scott, D.B. & Ronson, C.W. 1995. Nodulating strains of *Rhizobium loti* arise through chromosomal symbiotic gene transfer in the environment. Proc. natl. Acad. Sci. USA 92:8985-8989.

Wilson, R.A., Handley, B.A. & Beringer, J.E. 1998. Bacteriocin production and resistance in a field population of *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*. Soil Biol. Biochem., 30:416-417.

Wood, M. & Shepherd, G. 1987. Characterization of *Rhizobium trifolii* isolated from soils of different pH. Soil Biol. Biochem. 19:317-321.