

Viherlannoitusnurmella nopeaan sokerijuurikkaan kasvuun

Hanne Riski¹⁾, Marja Turakainen¹⁾ ja Susanna Muurinen¹⁾

¹⁾ Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö

hanne.riski@nordisugar.com

Tiivistelmä

Suomessa sokerijuurikasta viljellään juurikas-vilja -viljelykierrossa tai ilman viljelykiertoa. Karjattomilla tiloilla nurmen sijoittaminen viljelykiertoon koetaan ongelmaksi. Ratkaisuna voisi olla nurmikierron järjestäminen viherlannoitusnurmen avulla.

Kokeen tavoitteena oli selvittää yksivuotisen timotei-apila –nurmen viherlannoitusvaikutusta sokerijuurikkaan sadon määrään ja sen laatuun sekä maan kasvukuntoon. Viherlannoitusnurmi oli perustettu vuonna 2007 Tenholaan tilakokeena. Verranteena toimi tavallisessa viljelyssä ollut lohko, jossa edellisvuonna oli kasvanut mallasohra. Molemmat koelohkot jaettiin kahteen kais-taan, joille annettiin kylvön yhteydessä joko 90 kg N/ha tai 120 kg N/ha. Kaistoista tehtiin taimet-tumis- ja peittävyyshavainnot sekä seurattiin typen riittävyttä lehtivihreämittauksilla. Lisäksi maan kuntoa arvioitiin kuoppatestin avulla sekä mittaamalla pintamaan vedenjohtavuus. Viher-lannoituksen vaikutusta tuholaisvioletuksiin havainnoitiin eri siemenkäsittelyillä. Kasvustosta ha-vainnoitiin Ramularia- lehtilaikkutaudin vioitusmäärä. Juurisadon määrä ja sokeri-, aminotyyppi-, kalium- ja natriumpitoisuus sekä saanto-% määritettiin lopullisesta sadosta.

Taimettuminen oli nopeampaa ja tasaisempaa viherlannoituslohkolla kuin tavallisella lohkol-la samoin kuin myös kasvuston peittävyys oli suurempi. SPAD-arvot olivat viherlannoituslohkol-la koko kasvukauden korkeammat kuin ilman viherlannoitusta olleella lohkolla. Mineraalitypen määrä kasvukaudella oli viherlannoituslohkolla 70 kg/ha ja tavallisella 56 kg/ha. Lehtivihreämit-taustuloksista ja liukaisen typen pitoisuudesta voidaan päätellä, että viherlannoitus lisäsi kasveille käyttökelpoisen typen määrää kasvukauden aikana. Viherlannoitus tuotti alhaisemmalla typpilan-noituksella 4500 kg/ha ja korkeammalla typpilannoituksella 9800 kg/ha korkeamman juurisa-don kuin tavallinen lannoitus. Ramularia lehtilaikkutautia esiintyi huomattavasti vähemmän vi-herlannoituslohkolla.

Tuloksista voidaan päätellä, että yksivuotinen viherlannoitus soveltuu hyvin sokerijuurikkaan viljelykiertoon ja se hyötyy viherlannoituksesta. Juurikkaalla saadaan merkittävä sadonlisäys, kun maan typpitaloutta parannetaan viherlannoitusnurmella. Toisaaltaan viherlannoituksella on edul-linen vaikutus maan kasvukuntoon. Ramularian torjunnan tarve vähenee.

Asiasanat: sokerijuurikas, viherlannoitus, sato, SPAD, liukoinen typpi, pintamaan vedenjohta-vuus

Johdanto

Pitkässä yksipuolisessa viljelyssä sokerijuurikkaan sadon määrä ja laatu alenevat maan kasvukunnon huonontuessa ja siksi tarve monipuoliseen viljelykiertoon siirtymiseen juurikkaanviljelyssä on kasvanut. Juurikkaan taloudellisen tuloksen parantamiseksi myös kiinnostus maan ravinne-reservien tehokkaaseen ja kestäväan hyödyntämiseen sekä lannoituskustannusten alentamiseen on lisääntynyt.

Viherlannoituksella tarkoitetaan eri kasvilajien viljelyä niin, että niiden vesipitoinen, vihreä ja tyypeä sisältävä kasvusto kynnetään tai muokataan kokonaan maahan ennen seuraavan viljelykasvin viljelyä (Varis & Kauppila 1992, Draycott ja Christenson 2003, Cherr ym. 2006). Viherlannoituksen vaikutuksen ratkaisee kasvilaji, kasvu-aika, biomassan määrä, typpipitoisuus, viljelykiertoon soveltaminen ja viljelytekniikka (Känkänen 2009). Viherlannoituskasveiksi voidaan valita joko palkokasveja tai ei-palkokasveja, yksi- tai monivuotisia kasveja. Viherlannoituskasveiksi kannattaa valita viljelyvarmoja kasvilajeja, jotka tuottavat nopeasti runsaan biomassan. Kolmi- vuotisen timotei-puna-apila kasvuston juurista ja versoista jää maahan noin 9000 kg kuiva-ainetta (Känkänen 2009). Kasvilajien typpipitoisuus vaihtelee. Heinäkasvien typpipitoisuus on noin yksi prosentti ja palkokasveilla jopa neljä prosenttia (Känkänen ym. 2009). Varis & Kauppila (1992) tekemissä kokeissa puna-apilakasvustosta maahan todettiin jäävän 90-150 kg N/ha. Typen vapautumista voidaan hillitä siirtämällä kasvuston muokkaminen maahan syys-lokakuulle tai keväeseen, kun viherlannoituksen jälkeen viljellään kevätkylvöistä kasvia (Känkänen 2009). Lisäksi maahan muokattu kasvimateriaali vilkastuttaa maan mikrobiston toimintaa. Tehokas mikrobien toiminta parantaa murujen kestävyttä ja sitä kautta maan rakennetta. Syväjuurisilla kasveilla, kuten apiloilla, on välitön vaikutus maan rakenteeseen. Talven aikana viherlannoitusnurmi vähensi nitraattitypen huuhtoutumista (Baggs ym. 2000). Eri viljelykasvien viljely vaihtelevasti vähentää rikkakasvien, tautien ja tuholaisien torjuntatarvetta (Draycott ja Christenson 2003, Cherr ym. 2006).

Kokeen tarkoituksena oli selvittää viherlannoituksen vaikutusta sokerijuurikkaan sadon määrään ja sen laatuun sekä maan kuntoon.

Aineisto ja menetelmät

Koe järjestettiin viljelijän pellolla Tenholassa kasvukautena 2007-2009. Viljavuusarvot sokerijuurikkaan kylvövuonna 2009 olivat keväällä ennen kylvöjä viherlannoituslohkolla pH 6,8, P 31,2 mg/l, K 126 mg/l, Ca 4550 mg/l, Mg 242 mg/l, Na 30 mg/l ja tavallisen lannoituslohkolla pH 7,1, P 26,1 mg/l, K 183 mg/l, Ca 4680 mg/l, Mg 209 mg/l, Na 36 mg/l. Maalaji oli molemmilla lohkoilla multava HeS. Viherlannoitusnurmi perustettiin vuonna 2007 ohra suojaviljaan. Timotei – puna-apila seoksen kylvömäärä oli 12 kg/ha, jossa puna-apilan osuus oli 25 %. Vuonna 2008 kasvusto murskattiin maahan kerran kasvukauden aikana. Syksyllä viherlannoitusnurmi ruiskutettiin glyfosfaatilla ja lohko kynnettiin. Kokeessa viherlannoitusta verrattiin tavalliseen lannoituksen saaneeseen lohkoon, jolla oli viljelty vuonna 2007 juurikasta ja vuonna 2008 mallasohraa. Keväällä koealue tasausäestettiin viikkoa ennen kylvöä. Molempiin lohkoihin kylvettiin kaksi noin 250 m pituista ja 4.5 m levyistä kaista, joista toiselle annettiin 90 kg N/ha ja toiselle 120 kg N/ha. (Nurmen NK 2). Lohkot kylvettiin 30.4. siemenetäisyydellä 24 cm ja rivivälillä 50 cm. Lajikkeina olivat Nordika ja Hamilton (vain tuholaihavainnointia varten). Kasvinsuojelu tehtiin tilan normaali-ohjelman mukaisesti. Keväällä havainnoitiin lohkojen maan kuivuminen silmämääräisesti. Kokeessa seurattiin taimettumista. Ennen kylvöä (20.4.), heinäkuun alussa (5.7.) ja elokuun lopulla (25.8.) otettiin maanäytteet nitraatti- ja ammoniumtyppimääritystä varten. Näytteet otettiin kaistasta, jolle annettiin 90 kg tyypeä/ha. Näytteet säilytettiin pakasteessa ennen määritystä (Typ-pilaukku, Scandinavian Grow Products Oy, Suomi). Kasvukauden aikana seurattiin kasvuston

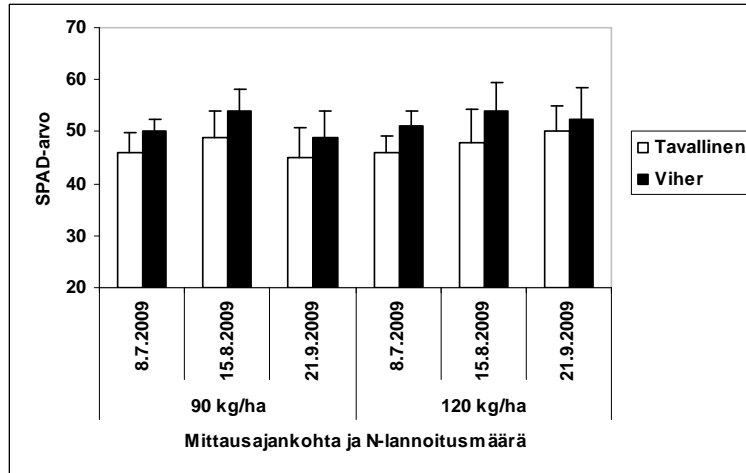
lehtivihreän kehitystä SPAD-mittarilla (Minolta SPAD 502). Kasvustojen peittävyys-% määritettiin elokuun lopulla. Kuoppatesti tehtiin elokuussa. Pintamaan vedenjohtavuus mitattiin 90 kg tyypeä/ha saaneista kaistoista kaatamalla vettä noin 5 cm korkeudelta maahan painetun pyöreän ja pohjattoman sangon sisään ja mittamalla aika, joka kului veden imeytymiseen maahan (Pelto- maan laatutesti 2006). Viherlannoituksen vaikutusta tuholaisvioletuksiin havainnoitiin eri siemen- käsittelyillä lajikkeilla (Hamilton-Poncho Beta-peittäus ja Nordika-Cruiser-peittäus). Lisäksi määritettiin silmämääräisesti Ramularia-lehtilaikkutaudin määrä. Ramularia-ruiskutuksia ei tehty koalueella. Syyskuussa nostettiin 4 x 10 rivimetriä jokaisesta Nordika lajikkeen kaistasta. Juuri- sato ja juurikkaan keskipaino määritettiin nostetuista näytteistä. Sadon laatua tutkittiin määrittä- mällä sokeri-, aminotyyppi-, kalium- ja natriumpitoisuus sekä saanto-% samoista näytteistä.

Koe toteutettiin osaruutukoe mallisena. Pääruututekijöinä olivat viherlannoitus ja tavallinen lannoitus, osaruututekijöinä typpilannoitusmäärät 90 ja 120 kg/ha. Lajiketta ei käytetty erillisenä osaruututekijänä, koska Hamilton lajiketta kylvettiin koekaistoihin vain yksi rivi per kaista, eikä siitä tehty sato havaintoja. Tulokset analysoitiin varianssianalyysillä käyttäen SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Käsittelyjen parittaiset vertailut tehtiin Tukey'n testillä merkitsevyytasolla $P < 0,05$.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Ennen kylvömuokkausta viherlannoituslohkolla maan kuivuminen oli nopeampaa ja kosteusolot olivat tasaisemmat kuin tavallisella lohkolla. Kasvit taimettuivat nopeammin ja kasvusto oli tasai- sempi viherlannoituslohkolla kuin tavallisella lohkolla. Eri siemenpeittäuskäsittelyillä ei ollut eroja taimipoltteeseen eikä tuholaisvioletuksiin silmämääräisesti havainnoituna. Heinäkuun alussa (8.7.) kasvuston peittävyys-% oli 85 % viherlannoituslohkolla riippumatta typpilannoitusmäärästä (90 ja 120 kg N/ha). Tavallisella lannoituksella alhaisemmalla typpilannoituksella peittävyys oli 70 % ja korkeammalla 80 %. Tulosten perusteella viherlannoitus nopeutti juurikkaan alkukasvua. Vastaavaa ero ei havaittu elokuun (15.8) mittauksessa, jossa kasvustojen peittävyudet olivat 100 %.

Juurikaskasvuston SPAD-arvoissa ei ollut merkitseviä eroja eri typpilannoitustasojen välillä kasvukauden aikana (Kuva 1). Heinä-, elo- ja syyskuussa viherlannoitus antoi korkeimmat kas- vuston SPAD-arvot (Kuva 1). SPAD-lukemat kuvaavat juurikkaan lehtivihreän määrää, joka puo- lestaan antaa tietoa juurikkaan mahdollisesta typpilannoitustarpeesta. Tulokset osoittavat, että viherlannoituslohkolla sokerijuurikkaalla oli kasvukauden aikana enemmän tyyppiä käytetävissään kuin tavallisella lannoituslohkolla. Sokerijuurikkaalla yleisen kasvukunnon kannalta optimaali- seksi SPAD-arvoiksi on arvioitu 37-41, kun seitsemän-kahdeksan lehteä on auki ja 42-46, kun yhdeksän tai useampi lehti on auki (Peltonen 1997).



Kuva 1. SPAD-mittaustulokset viherlannoitus ja tavallisen lannoituksen kasvustosta typpilannoitusmäärillä 90 ja 120 kg/ha. Keskihajonta ilmoitettu palkilla pylväiden päällä.

Kasvukauden aikana seurattiin maan kuntoa mittaamalla pintamaan vedenjohtavuus. Mittaus tehtiin 90 kg typpeä/ha saaneilta kaistoilta. Viherlannoituslohkolla pintamaan vedenjohtavuus oli kaksi kertaa suurempi (4,8 cm/h) kuin normaalilannoituslohkolla (2,1 cm/h). Tämä johtuu todennäköisemmin siitä, että viherlannoitusnurmen maahan muokkaminen ja apilan viljely parantaa maan rakennetta ja huokoistaa maata, jolloin maan veden läpäisykyky paranee. Lisäksi kuoppatestissä havaittiin selvästi, että kastematoja ja lieroja ja niiden tekeminä käytäviä oli muokkauskerroksessa enemmän viherlannoitetussa maassa kuin tavallisen lannoituksen saaneessa maassa.

Syyskuussa havainnointiin *Ramularia*-lehtilaikkutaudin määrä juurikaskasvustossa. Viherlannoituslohkolla lehtitautin määrä kasvustossa oli keskimäärin 5 %. Tavallisella lannoituslohkolla lehtitautia esiintyi keskimäärin 18 %. Tulos osoittaa, että viherlannoitusnurmi alensi lehtilaikkutauteja. Lohkoilla *Ramularia* ei torjuttu kemiallisesti.

Maan liukoisen typen pitoisuutta seurattiin kasvukauden aikana 90 kg N/ha saaneista kaistoista. Ennen kylvöä sekä viherlannoituksella, että tavallinen lannoituksella maan nitraattityppipitoisuus oli 21 kg/ha. Heinäkuun alun mittaukseen mennessä maan liukoisen typen pitoisuudet olivat korkeammat kuin enen kylvöä. Viherlannoituslohkolla nitraattityppipitoisuus oli 70 kg N/ha ja tavallisella lohkolla 56 kg N/ha. Kohonneeseen pitoisuuteen vaikuttavat tietysti lannoitteena annettu typpi, mutta myös maan oman mikrobitoiminnan vapauttama typpi. Lohkojen eroavaisuuteen tässä vaiheessa lienee syynä typen lisääntynyt mineralisoituminen viherlannoituslohkolla maan aikaisemman lämpenemisen vuoksi, sekä suuremman orgaanisen massan hajotus määrä. Syyskuun lopulla nitraattityppipitoisuus jälkeen aleni ja oli 7 kg N/ha sekä viherlannoituslohkolla että tavallisella lohkolla. Ammoniumtyppeä ei näytteistä löydetty.

Juurisadon määrää oli merkittävästi korkeampi viherlannoituksella kuin tavallisella lannoituksella. Viherlannoitus tuotti noin 4500 kg/ha suuremman sadon, kun typpilannoitusmäärä oli 90 kg/ha ja 9800 kg/ha typpilannoituksella 120 kg/ha (Taulukko 2) verrattaessa. Viherlannoitus tuotti noin 4500 kg/ha suuremman sadon, kun typpilannoitusmäärä oli 90 kg/ha ja 9800 kg/ha typpilannoituksella 120 kg/ha (Taulukko 2) verrattaessa tavallisen lannoituksen korkeimpaan satoon. Tulokset osoittavat viherlannoituksen parantavan osaltaan juurikkaan sadontuottokykyä.

Sadon laatuominaisuuksista mikään ominaisuus ei eronnut merkittävästi pääruututekijöiden eikä osaruututekijöiden välillä. Tuloksista on kuitenkin havaittavissa suuntausta, jossa viherlannoitus parantaisi juurikassadon sokeripitoisuutta. Laatu heikentävistä tekijöistä aminotypen osuus viherlannoitus lohkolla kummallakin käsittelyllä vaikuttaisi korkeammalta, kuin tavallisen lannoituksen lohkolla. Vaikka ominaisuus ei eronnutkaan lohkojen välillä merkittävästi, voidaan

tuloksesta havaita aminotyyppipitoisuuden jääneen alle 15 mg/100 g tavallisen lannoituksen lohokolla. Tämä tulkitaan juurikkaan viljelyssä usein merkinä siitä, että kasvusto on alkanut kärsimään typen puutteesta kasvukauden loppupuolella. SPAD-mittausarvot eivät kuitenkaan tue tätä päätelmää, vaikkakin silmävarainen havainto pellolla osoitti tavallisen lannoituksen lohkon olleen viherlannoituslohkoa vaaleamman. Muut laatuun vaikuttavat ominaisuudet olivat kummallakin lohokolla erinomaisia.

Taulukko 2. Juurikkaan sato- ja laatutulokset viherlannoituksella ja tavallisella lannoituksella lannoitus-typpimäärillä 90 ja 120 kg/ha..

	Sato tn/ha	Sokeri-%	Saanto-%	Aminotyyppi mg/100 g	Kalium me	Natrium me
Osaruututekijä, typpi-						
lannoitus						
Viherlannoitus						
Typpilannoitus kg/ha						
90	54,4b	17,8a	87,2a	15,2a	4,0a	0,3a
120	57,9a	17,7a	87,1a	16,0a	4,0a	0,3a
Tavallinen lannoitus						
Typpilannoitus kg/ha						
90	49,9c	17,5a	86,6a	14,2a	4,2a	0,3a
120	48,1bc	17,5a	86,4a	13,2a	4,3a	0,3a
me=milliekvivalentti						
Pystysarakkeiden eri kirjaimet eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi P<0.05						
Yhdysvaikutus						
Viherlannoitus	56,2a	17,7a	87,2a	15,6	4,0a	0,3a
Tavallinen lannoitus	49,0b	17,5a	86,5a	13,7	4,3a	0,3a
Pystysarakkeiden eri kirjaimet eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi P<0.05						

Johtopäätökset

Tulosten perusteella yksivuotinen viherlannoitusnurmi soveltuu hyvin sokerijuurikkaan viljelykiertoon ja sen monipuolistamiseen. Viherlannoitus nopeuttaa juurikkaan alkukasvua ja taimettuminen on tasaisempaa. Ennen kaikkea se lisää juurikkaan sadontuottokykyä todennäköisesti kesän aikana maasta vapautuvan typen ansiosta ja maan kasvukunnon paranemisen kautta. Pitkän kasvukauden kasvina juurikas kasvaa ja ottaa ravinteita myöhään syksyyn ja pystyy sen vuoksi tehokkaasti hyödyntämään viherlannoitusnurmesta mineralisoituvan typen. Tämä maasta vapautuva typpi ei tulosten valossa näyttäisi myöskään olevan mikään ongelmatekijä sadon laadun suhteen. Tutkimus jatkuu vuoden 2010 loppuun, jonka jälkeen voitaneen antaa tarkempia typpilannoitus-suosituksia viherlannoituksen jälkeiselle juurikkas kasvustolle. Kokeen tuloksia hyödynnetään edelleen sokerijuurikkaan kilpailu- ja sadontuottokyvyn parantamisessa.

Kirjallisuus

Baggs, E.M., Watson, C.A. & Rees, R.M. 2000. The fate of nitrogen from incorporated cover crop and green manure residues. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56:153-163.

Cherr, C.M., Scholberg, J.M.S. & McSorley, R. 2006. Green manure approaches to crop production: A synthesis. *Agronomy Journal* 98:302-319.

Draycott, P.A & Christenson, D.R. 2003. Organic manures, green manuring and organic production 107-122. Teoksessa: *Nutrients for Sugar Beet Production: Soil Plant Relationships*. Cromwell Press, Trowbridge.

Känkänen, H. 2009. Viherlannoituksessa on tiedettävä tavoite. *Juurikassarka* 1:16-17.

Känkänen, H., Kymäläinen, M. Nykänen, A. 2009. Viherlannoituksesta enemmän tehoa. *Maaseudun Tiede* 3:12.

Peltomaan laatutesti. 2006. Pintamaan vedenjohtavuuden mittaust.

http://www.virtuaali.info/efarmer/peltomaan_laautesti/

Peltomaan laatutesti. 2006. Kuoppahavainnot. http://www.virtuaali.info/efarmer/peltomaan_laautesti/

Peltonen, J. 1997. Lisätyn tarve selviää lehtivihreämittarilla. *Leipä leveämmäksi* 3/97:16.

Varis, E. & Kauppila, R. 1992. Viherlannoituskokeiden tuloksia vuosilta 1979-87. Helsingin yliopiston Kasvintuotantotieteen laitos. *Kasvinviljelytieteen julkaisuja* no 30. Yliopistopaino. 260 s.