

Perunan typpilannoitus luonnonmukaisessa viljelyssä

Anna Tall¹⁾, Markku Niskanen²⁾

¹⁾Seinäjoen AMK, maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoentie 525, 60800 Ilmajoki, anna.tall@seamk.fi

²⁾MTT, Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro, markku.niskanen@mtt.fi

Luonnonmukaisesti tuotetun perunan keskisato Suomessa on 42–72 % tavanomaisen perunanviljelyn sadosta. Tällä hetkellä luomuperunatilojen lannoitus perustuu sekä kompostoidun karjanlannan käyttöön että viherlannoitukseen karjattomilla tiloilla. Selkeiden lannoitussuositusten ja ohjeiden puuttuminen aiheuttaa satotappiota ja laatuongelmia perunasadolle. Liiallisella karjanlannalla tai käytettäessä perunan esikasvina typensitojakasveja, vaarana ovat liian suuret määrät helppoliukoista typpeä kasvukauden lopulla, jolloin mukuloiden nitraattipitoisuudet nousevat liian korkeiksi. Luomuperunan kasvuston tuhoutuminen liian aikaisin (rutto,halla) lisää mukuloihin jäävää nitraattia. Nitraattipitoisuuksille perunalle ei ole virallista enimmäispitoisuusrajaa, mutta yleisrajana pidetään 200 mg perunakiloa kohden. Suomalaisten perunoiden keskimääräinen nitraattipitoisuus on 52 mg/kg, mutta vaihteluväli tutkituissa perunaerissä on ollut 2-260 mg/kg. Luonnonmukaisesti tuotetuissa perunoissakin on mitattu korkeita nitraattipitoisuuksia, jopa 250 mg/kg. Nitraattipitoisuuden nousu heikentää perunan laatua ja makua. Nitraatin muuttuminen elimistössä nitriitiksi on vaarallista etenkin pienille lapsille. Nitriitti haittaa hapen kulkeutumista veressä aiheuttaen methemoglobiinia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli MTT Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ylistarossa vuosina 1998–2003 selvittää typensitojakasvien ja lannoituksen vaikutus maan typpivaroihin, perunasatoon, perunoiden nitraattipitoisuuteen sekä perunoiden ulkoiseen- että keittolaatuun. Tutkimustulosten päämääränä oli selkeyttää käytännön viljelijöille ristiriitaisia suosituksia viherlannoituksen ja karjanlannan käytöstä perunan lannoitteena.

Perunan esikasveina olivat typpeä keräävä viherlannoitusseos, vilja, peruna, yksivuotinen puna-apilanurmi ja kaksivuotinen puna-apilanurmi. Viherlannoitusseoksessa käytettiin Ebena-rehuvirnaa, persianapilaa, raiheinää sekä kauraa. Toinen viherlannoitusseoksista välikorjattiin virnan tullessa kulle ja toisen sato kynnettiin kokonaan maahan syksyllä. Vilja- koejäseninä oli lannoittamaton vilja, viljan lannoitus kompostoidulla naudan lannalla kerralla kaikki esikasville ja jaettuna esikasville ja perunalle sekä Luomu- yleislannos. Perunan ollessa esikasvina sitä lannoitettiin naudan lannalla. Toisena lannoitteena perunalle oli Luomu-yleislannos. Yksivuotisen apilanurmen vilja puitiin syksyllä ja puna-apila kynnettiin maahan. Kaksivuotisista apilanurmista toisesta välikorjattiin sato heinäkuun lopulla ja molemmat kasvustot kynnettiin syksyllä.

Esikasvuosien typensitojakasvustojen kehityksellä oli keskeinen merkitys kasvustoista peltoon jääviin typpimääriin. Virnaseoksien jälkeen maan nitraatti- ja ammoniumpitoisuudet pysyivät tasaisina koko kasvukauden ajan, ollen riittävät mukulanmuodostuksen alkaessa. Virnakasvuston välikorjuulla ei pystytty hillitsemään mukulan nitraattipitoisuuden nousua kuin yhtenä koevuonna 2002, jolloin kesä-heinäkuu oli lämmin ja kostea. Välikorjuun hyödyksi verrattuna välikorjaamattomaan virnakasvustoon jää varsinaisena perunavuonna suurempi kauppakelpoinen sato. Yksivuotisen apilaesikasvuston jälkeen korjattiin suurempi kokonais- ja kauppakelpoinen sato sekä mitattiin suurempi tärkkelyspitoisuus kuin kaksivuotisten apilaesikasvustojen jälkeen. Yksivuotisen apilaesikasvin jälkeen saatiin yhtä suuri (suurin) kokonaissato kuin välikorjaamattomasta virnasta. Toisena perunavuotena kaksivuotisen apilaesikasvin jälkeen saatiin suurimmat sadot ja korkeimmat tärkkelyspitoisuudet. Nicola tuotti suuremman sadon kuin Van Gogh, myös toisena perunavuonna, kaikkien muiden paitsi apilaesikasvin jälkeen. Nicolan sato oli terveempää ja siitä saatiin suurempi kauppakelpoinen sato.

Kokeissa olleista viherlannoitusvaihtoehdoista kaksivuotinen välikorjattu apilaesikasvusto on suositeltavin perunan esikasvi. Välikorjaamattoman apilaesikasvin jälkeen maaperässä on liikaa typpi- varoja ja kasvukauden keskeytyessä hallan tai ruton takia sadonmuodostus jää kesken ja mukulan nitraattipitoisuudet jäävät korkealle, varsinkin Nicolalla. Yksivuotisista viherlannoituksista suositeltavin on 1-vuotinen apilaesikasvusto. Virnaesikasvustoilla saadaan varsinaisina perunavuosina paras sato, mutta toisena perunavuotena sadot ovat kompostoidulla karjanlannalla lannoitetun esikasvin ja lannoittamattoman viljaesikasvin suuruisia.

Asiasanat: peruna, typpilannoitus, luonnonmukainen viljely, biologinen typensidonta, sadon laatu

Johdanto

Luonnonmukaisesti viljelyn perunan tuotanto lisääntyi Suomessa 108 hehtaarista 790 hehtaariin vuosien 1990 ja 2000 välisenä aikana. 2000-luvulla tuotantoala on laskenut, ollen vuonna 2003 enää 558 ha. Luomuperunan viljelypinta-ala vaihtelee 2 -2.5 % koko maan perunan viljelyalasta. Keskisato luonnonmukaisessa perunanviljelyssä Suomessa vaihteli vuosina 1999–2003 10 313 kg/ha (2000) ja 17 540 kg/ha (1999) välillä, mikä on 42–72 % tavanomaisen perunanviljelyn sadosta. (Kankaanpää ym. 2000, 2004 ja Heinonen 2005).

Tällä hetkellä luomuperunatilojen lannoitus perustuu sekä kompostoidun karjanlannan käyttöön että viherlannoitukseen karjattomilla tiloilla. Selkeiden lannoitussuositusten ja ohjeiden puuttuminen aiheuttaa laatuongelmia perunasadolle, mikä todettiin luomuperunaviljelijöiden kyselytutkimuksissa syksyllä 1997 keski- ja itäsuomalaisille viljelijöille (Heikkilä 1997) ja keväällä 1998 eteläpohjalaisille viljelijöille (Kurjenluoma ym. 1998). Kauppakelpoisen sadon osuus vaihtelee tilojen välillä suuresti.

Viherlannoitusta ja kompostoitua karjanlantaa käytettäessä suurimpana ongelmana on typen oikea-aikainen vapautuminen perunan käyttöön. Liiallisella karjanlannalla tai käytettäessä perunan esikasvina typensitojakasveja, vaarana ovat liian suuret määrät helppoliukoista typpeä kasvukauden lopulla, jolloin mukuloiden nitraattipitoisuudet nousevat liian korkeiksi (Harris 1992). Nitraattipitoisuuksille perunalle ei ole virallista enimmäispitoisuusrajaa, mutta yleisrajana pidetään 200 mg perunakiloa kohden. Suomalaisten perunoiden keskimääräinen nitraattipitoisuus on 52 mg/kg, mutta vaihteluväli tutkituissa perunaerissä on ollut 2-260 mg/kg (Blomberg ja Hallikainen 2000). Luonnonmukaisesti tuotetuissa perunoissakin on mitattu korkeita nitraattipitoisuuksia, jopa 250 mg/kg (Kostamo 1991). Nitraattipitoisuuden nousu heikentää perunan laatua ja makua. Nitraatin muuttuminen elimistössä nitriitiksi on vaarallista etenkin pienille lapsille. Nitriitti haittaa hapen kulkeutumista veressä aiheuttaen methemoglobiinia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää typensitojakasvien ja lannoituksen vaikutus maan typivaroihin, perunasatoon, perunoiden nitraattipitoisuuteen sekä perunoiden ulkoiseen- että keittolaatuun. Tutkimustulosten päämääränä oli selkeyttää käytännön viljelijöille ristiriitaisia suosituksia viherlannoituksen ja karjanlannan käytöstä perunan lannoitteena.

Ensimmäisenä tutkimushypoteesina oli, että eri esikasvit vaikuttavat perunasadon määrään ja laatuun ja toiseksi, että yksivuotiset viherlannoituskasvustot perunan esikasvina tuottavat sekä määrällisesti että laadullisesti yhtä hyvän perunasadon kuin karjanlannalla lannoitetut perunakasvustot. Kolmantena hypoteesina oli, että luonnonmukaisesti tuotetuissa perunoissa tavataan myös korkeita mukulan nitraattipitoisuuksia ja että perunan esikasvilla on vaikutusta mukulan nitraattipitoisuuteen.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa selvitettiin esikasvin ja typpilannoituksen vaikutusta perunan satoon ja sadon laatuun luonnonmukaisessa viljelyssä. Kenttäkokeet tehtiin vuosina 1998–2003 Maatalouden tutkimuskeskuksen Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ylistarossa. Kokeet järjestettiin osaruutukokeina; pääruuduissa esikasvi tai esikasvi ja lannoitus (taulukko 1) sekä osaruuduissa perunalajike (Nicola ja Van Gogh). Kokeissa oli kolme kerrannetta. Yleislannoituksena kaikille koejäsenille annettiin esikasvivuonna biotiittilannoitus (0-0-7, Ca 7, Mg 10) 5000 kg/ha.

Taulukko 1. Perunan typpilannoituskokeen koejäsenet (1-11); esikasvit, lannoitus ja välikorjuut sekä perunan 1. satovuoden lannoitus. Koejäsenet 1-5 olivat mukana kokeessa 4 vuotena ja koejäsenet 6-11 2 vuotena.

	Esikasvivuosi	Perunan 1. satovuoden N lannoitus
1	Typpeä keräävä esikasviseos ¹⁾ , sato välikorjattiin heinä – elokuun vaihteessa virnan tullessa kukalle, kyntö noin 20.10.	Lannoittamaton
2	Typpeä keräävä esikasviseos ¹⁾ , sato kynnettiin maahan noin 20.10.	Lannoittamaton
3	Vilja, lannoitus naudnan lannalla 30 m ³ /ha	Naudan lanta 20 m ³ /ha
4	Vilja, lannoitus Kemiran Luomu yleislannos (4-2-3) 1000 kg/ha	Yleislannos 1000 kg/ha
5	Vilja, lannoittamaton	Lannoittamaton
6	Vilja, lannoitus naudnan lannalla 50 m ³ /ha	Lannoittamaton
7	Peruna, lannoitus naudnan lannalla 30 m ³	Naudan lanta 30 m ³ /ha
8	Peruna, lannoitus Kemiran luomu yleislannos (4-2-3) 1000 kg/ha	Yleislannos 1000 kg/ha
9	Vilja + puna-apila, vilja puitiin syksyllä, puna-apila kasvusto kynnettiin maahan noin 20.10	Lannoittamaton
10	Kaksivuotinen apilanurmi, sato kynnettiin maahan noin 20.10	Lannoittamaton
11	Kaksivuotinen apilanurmi, sato välikorjattiin heinä-elokuun vaihteessa, kyntö noin 20.10.	Lannoittamaton

1) Ebena-rehuvirnaa 140 kpl/m², persianapilaa 10 kg/ha, raiheinää 8 kg/ha sekä kauraa 40 kg/ha

Esikasveista havainnoitiin kasvuston taimettuminen ja kehittyminen (lakoutuminen, pituus kasvukauden lopulla) sekä punnittiin viherlannoituskasvuston sato heinäkuussa ja viljojen sato.

Varsinaisina perunavuosina maasta otettiin maanäytteet ruuduittain kolme kertaa kasvukauden aikana NH₄⁺- ja NO₃⁻ määrittystä varten. Ensimmäiset maanäytteet otettiin ennen lannan levitystä ja perunan istutusta. Toiset maanäytteet otettiin juhannuksen jälkeen mukuloiden muodostumisen aikaan ja kolmannet maanäytteet elokuun puolella välissä varsiston tuleentumisen aikaan. Maanäytteet otettiin pääruuduittain.

Kasvukauden aikana perunoista havainnoitiin kasvuston taimettumispäivämäärä, alkukehitys, kasvuston peittävyys, kasvuston pituus, lehtiruton ilmeneminen, kasvuston myöhäisyys ja varsiston tuhoutuminen (rutto tai halla) sekä mitattiin lehtivihreämittauksia. Ensimmäinen lehtivihreämittaus tehtiin mukulanmuodostuksen alkaessa heinäkuun alussa, toinen mittaus kukinnan alkaessa ja viimeinen määrittäminen elokuun puolivälissä.

Sadon ulkoisen laadun mittareina toimivat kauppakelpoisen sadon ja terveiden mukuloiden osuus kokonaissadosta sekä mukuloiden rupisuus, ruttoisuus, sienimädät, bakteerimädät, mekaaniset pinta- ja maltoviat, nestejännityshalkeamat, korkkiutuneet halkeamat, ontot ja keskeltä ruskettuneet, epämuotoiset, mallon värivirheet, vihertyneet, paleltuneet ja muut viat.

Keittolaatumäärittämiä olivat ulkonäkö keitettynä, rikkikiehuminen, mallon väri keitettynä, jauhoisuus, maku sekä mukuloiden tummuminen keitettynä ja raakana. Perunoille määritettiin tärkkelysprosentti (Kangas 1995). Perunoiden kemiallista laatua määritettiin mittaamalla mukuloiden nitraattipitoisuudet koejäsenittäin.

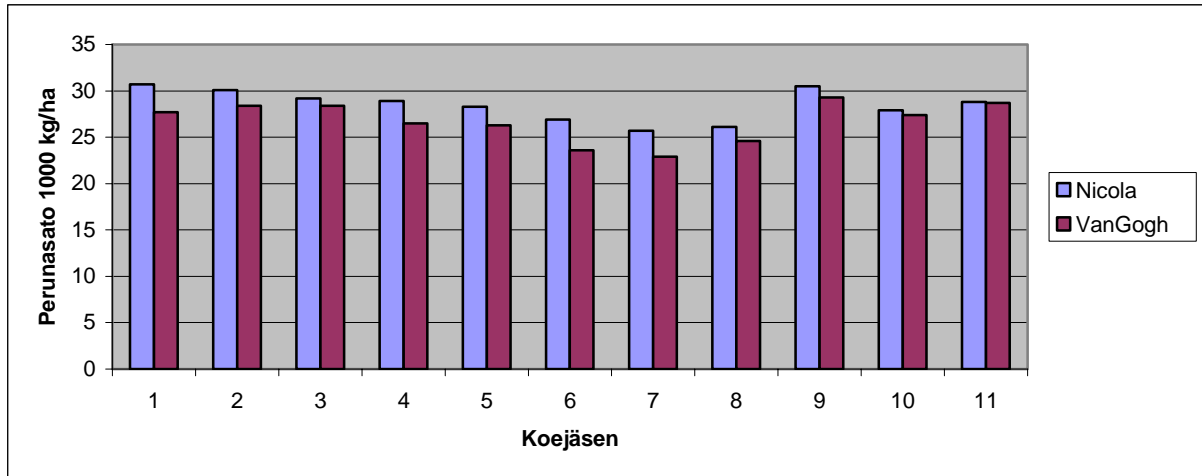
Toisena perunan satovuonna perunoista määritettiin kasvuston taimettumispäivä, alkukehitys, pituus, sato, tärkkelyssato- ja tärkkelyspitoisuus, ulkoinen- sekä keittolaatu.

Tulosten tilastollinen laskenta tehtiin SAS ohjelmistoa käyttäen (SAS 1999). Varsinaisten käsittelyvuosien aineisto analysoitiin kolmessa osassa (Littell 1996). Maan nitraatit oli määritelty pääruuduista eli analyysiin ei tullut mukaan lajike-tekijää. Käytetyn tilastollisen mallin ja sen oletukset ovat kuvanneet tarkemmin Gumpertz ja Brownie (1993). Periaatteet, joiden mukaisesti toistomittausten korrelaatio mallitettiin, on kuvannut Wolfinger (1996). Muuttujien korreloituneisuutta tutkittiin kahdella tavalla CORR-proseduurilla.

Tulokset

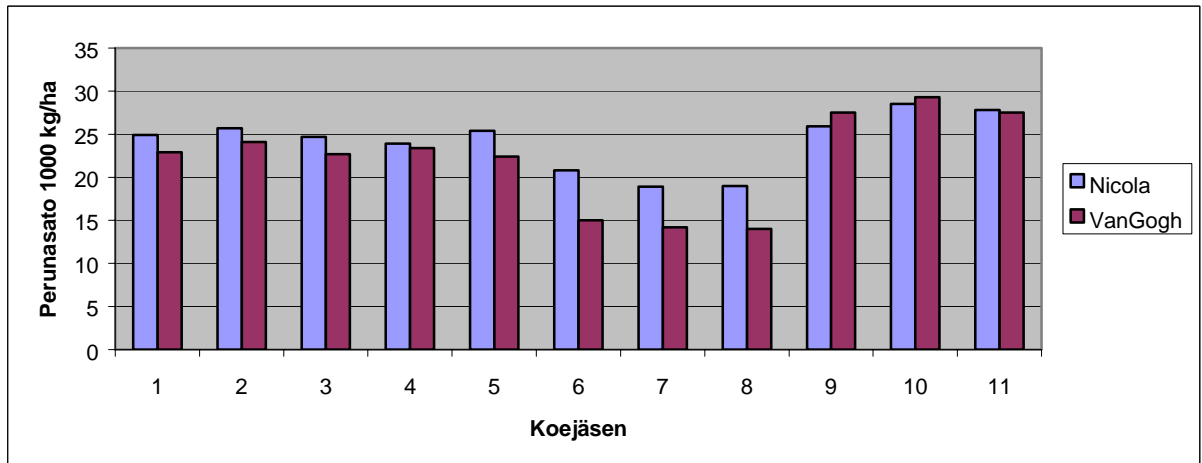
Virna esikasvustot (Koejäsenet 1-2) ja yksivuotinen puna-apilaesikasvusto (Koejäsen 9) tuottivat suurimmat perunasadot ensimmäisenä perunavuonna ja naudnan lannalla lannoitettu perunaesikasvi (Koejäsen 7) heikoimman (Kuvio 1). Nicolasta korjattiin kaikkina ensimmäisinä perunavuosina ja kaikilla käsittelyillä suurempi sato kuin Van Gogh:sta.

Kuvio 1. Ensimmäisen perunavuoden satotulokset (1000 kg/ha). Lajikkeina Nicola ja Van Gogh.



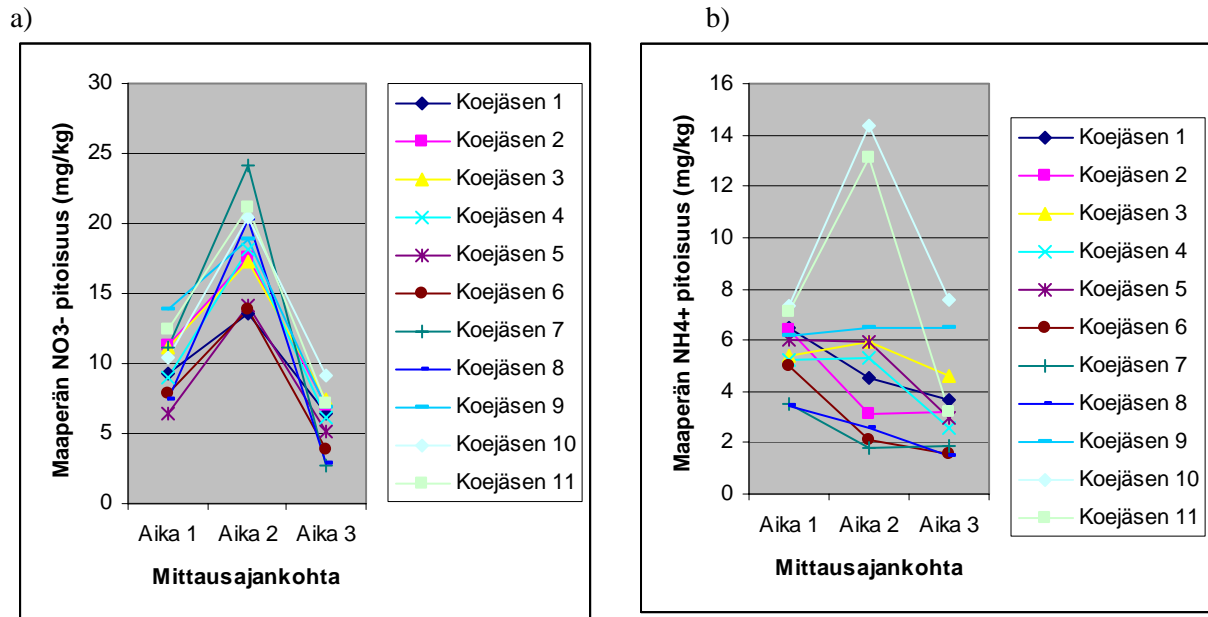
Toisena perunavuotena parhaimman perunasadon tuotti kaksivuotinen välikorjaamaton apilakasvusto (Koejäsen 10) esikasvina (Kuvio 2). Pienimmän perunasadon tuotti yleislannoksella lannoitettu perunaesikasvusto (Koejäsen 8).

Kuvio 2. Toisen perunavuoden satotulokset (1000 kg/ha). Lajikkeina Nicola ja Van Gogh.



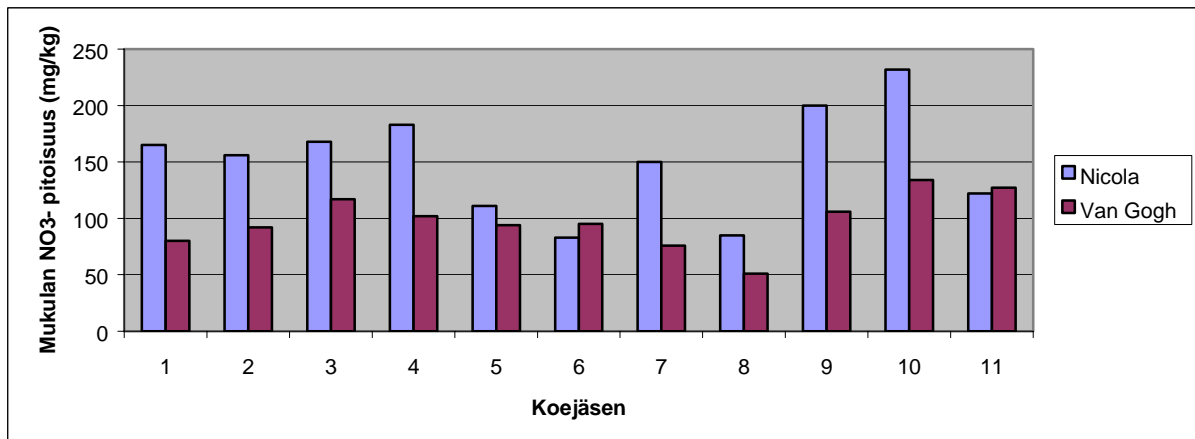
Yli koesarjojen ja vuosien tarkastelussa 1. mittauksen korkein maan nitraattipitoisuus oli yksivuotisen apilaesikasvin jälkeen (Koejäsen 9) ja alhaisin lannoittamattoman viljaesikasvin jälkeen (Koejäsen 5) (Kuvio 3). Toisessa mittauksessa korkein maan nitraattipitoisuus oli naudnan lannalla lannoitetun perunaesikasvin jälkeen (Koejäsen 7) ja alhaisin välikorjatun virnaesikasvin jälkeen (Koejäsen 1). Kolmannessa mittauksessa korkein arvo saatiin välikorjaamattoman apilan jälkeen (Koejäsen 10) ja alhaisin naudnan lannalla lannoitetun perunan jälkeen (Koejäsen 7). Maan ammoniumpitoisuudet olivat kaikilla mittauskerroilla korkeimmat välikorjaamattoman apilan jälkeen (Koejäsen 10). Matalimmat ammoniumarvot maasta mitattiin 1. ja 3. mittauksessa yleislannoitetun perunan jälkeen (Koejäsen 8) ja 2. mittauksessa naudnan lannalla lannoitetun perunan jälkeen (Koejäsen 7).

Kuvio 3. Maaperän NO₃- (a) ja NH₄⁺ (b) - pitoisuudet (mg/kg) eri koejäsenillä. Mittausajankohta 1 on ennen lannan levitystä ja perunan istutusta, aika 2 mukulan muodostuksen aikaan ja aika 3 varsiston tuleentumisen aikaan. Millään taulukon tuloksella ei ole tilastollista merkitsevyyttä.



Yli koesarjojen ja vuosien tarkastelussa korkeimmat mukulan nitraattipitoisuudet mitattiin välikorjaimattoman apilaesikasvin jälkeen (Koejäsen 10), myös tarkasteltaessa molempia lajikkeita erikseen (Kuvio 4). Alhaisimmat mukulan nitraattipitoisuudet saatiin Van Goghilla yleislannoitetun perunaesikasvin jälkeen (Koejäsen 8). Nicolasta mitattiin alhaisimmat arvot naudan lannalla lannoitetun viljaesikasvin jälkeen (Koejäsen 6).

Kuvio 4. Mukulan NO₃- pitoisuudet (mg/kg) eri koejäsenillä. Lajikkeina Nicola ja Van Gogh.



Kaikilla kolmella maan nitraatti- ja ammoniumpitoisuuksilla oli negatiivinen korrelaatio satoon ja tärkkelykseen sekä positiivinen korrelaatio mukulan nitraatteihin ja ensimmäiseen spad- mittaukseen ja negatiivinen korrelaatio elokuun spad mittaukseen. Jäännöskorrelaatioita tarkasteltaessa tilastolliset merkitsevyydet häviävät lukuun ottamatta mukulan muodostuksen aikoihin mitattua maan nitraatin ja ammoniumin ja mukulan nitraatin positiivista korrelaatiota ($p > 0,05$).

Mukulan nitraattipitoisuudella on positiivinen korrelaatio mukulanmuodostuksen alkaessa (aika 2) mitattuun maaperän nitraatti ja ammoniumpitoisuuteen ja negatiivinen korrelaatio ensimmäisen ($p < 0,05$) ja viimeisen ($p < 0,01$) spad- mittauksen kanssa.

Tulosten tarkastelu

Esikasvivuosien typensitojakasvustojen kehityksellä oli keskeinen merkitys kasvustoista peltoon jääviin typpimääriin. Esikasvisatoon vaikutti eniten kasvukauden sääolot. Esikasvivuotta seuraavalla talvella oli myös keskeinen merkitys keväällä maasta mitattaviin typpimääriin.

Virnaseoksien jälkeen maan nitraatti- ja ammoniumpitoisuudet pysyivät tasaisina koko kasvukauden ajan, ollen riittävät mukulanmuodostuksen alkaessa. Mitattujen spad-arvojen perusteella voidaan todeta, että kasvusto pystyi hyödyntämään maaperän typpivarat hyvin, eivätkä mukuloiden nitraattipitoisuudet nousseet kuumia (kesä-heinäkuu) kasvukausia lukuun ottamatta hälyyttävän korkeiksi. Virnakasvuston välikorjuulla ei pystytty hillitsemään mukulan nitraattipitoisuuden nousua kuin yhtenä koevuonna 2002, jolloin kesä-heinäkuu oli lämmin ja kostea. Välikorjuun hyödyksi verrattuna välikorjaamattomaan virnakasvustoon jää varsinaisena perunavuonna suurempi kauppakelpoinen sato.

Yksivuotisen apilaesikasvuston jälkeen korjattiin suurempi kokonais- ja kauppakelpoinen sato sekä mitattiin suurempi tärkkelyspitoisuus kuin kaksivuotisten apilaesikasvustojen jälkeen. Yksivuotisen apilaesikasvin jälkeen saatiin yhtä suuri (suurin) kokonaissato kuin välikorjaamattomasta virstasta. Maan ammonium- ja nitraattipitoisuudet olivat korkeat koko kasvukauden ajan kaksivuotisen apilaesikasvin jälkeen. Välikorjaamattoman apilaesikasvin jälkeen korkeat maan typpipitoisuudet eivät laskeneet sadonkorjuuseen mennessäkään, mikä mitattiin myös korkeina elokuun spad-arvoina ja hälyyttävän korkeina mukulan nitraattipitoisuuksina, varsinkin Nicolalla. Välikorjatun apilaesikasvin jälkeen mitattiin samansuuntaisia maan typpipitoisuuksia ja sama mukuloiden nitraattipitoisuus kuin välikorjaamattoman virstan jälkeen, mutta sekä kokonais- että kauppakelpoisessa sadossa ja tärkkelyspitoisuudessa kaksivuotinen apila jäi varsinaisena perunavuonna heikommaksi esikasviksi kuin virsta.

Toisena perunavuotena kaksivuotisen apilaesikasvin jälkeen saatiin suurimmat sadot ja korkeimmat tärkkelyspitoisuudet. Voidaan olettaa, että varsinaisena perunavuonna mitatut korkeat maan typpipitoisuudet elokuussa auttoivat sadonmuodostuksessa seuraavana kasvukautena. Voidaan myös olettaa, että jälkivaikutusvuonna perunoiden nitraattipitoisuudet eivät kohonneet enää hälyttävän korkeiksi. Yksivuotisen apilaesikasvin ja varsinaisen perunavuoden jälkeen korjattiin myös virstoja suurempi sato ja saatiin parempi tärkkelyspitoisuus.

Viljaesikasville ja perunalle jaettu kompostilannoitus tuotti suuremman perunasadon kuin viljaesikasville kerta-annoksena annettu kompostilannoitus. Jaetulla lannoituksella maan typpipitoisuudet olivat virstaesikasvien jälkeisellä tasolla, varsinaisen perunasadon ollessa hieman heikompi ja toisena perunavuonna satoero tasoittui.

Nicola tuotti suuremman sadon kuin Van Gogh, myös toisena perunavuonna, kaikkien muiden paitsi apilaesikasvien jälkeen. Nicolan sato oli terveempää ja siitä saatiin suurempi kauppakelpoinen sato, samoin kuin yleensä (Järvi ym.1996). Kasvukauden aikana Nicola kasvustosta mitattiin alhaisimmat spad-arvot ja korjatuista mukuloista korkeammat nitraattipitoisuudet.

Heikompien erikasvivuosien jälkeen seuraavana keväänä mitattiin korkeampia maan typpivaroja kuin paremmin kasvaneiden esikasvivuosien jälkeen. Paremmin kasvaneiden esikasvivuosien syksyllä satoi keskimääräistä enemmän, samoin kuin vielä keväällä 2003, ja talvet olivat lauhemmat kuin huonoimpien esikasvivuosien jälkeen. Runsaat sateet aiheuttivat typen huuhtoutumista ja hapen puutetta massa ja suuret denitrifikaatiotappiot, kuten myös Forsman (2004) totesi mittauksissaan. Maaperän jäännöstyppeä tarkasteltaessa koejäsenten erot tasoittuvat.

Johtopäätökset

Kokeissa olleista viherlannoitusvaihtoehdoista kaksivuotinen välikorjattu apilaesikasvusto on suositeltavin perunan esikasvi. Välikorjaamattoman apilaesikasvin jälkeen maaperässä on liikaa typpivarjoja ja kasvukauden keskeytyessä hallan tai ruton takia sadonmuodostus jää kesken ja mukulan nitraattipitoisuudet jäävät korkealle, varsinkin Nicolalla. Yksivuotisista viherlannoituksista suositeltavin on 1-vuotinen apilaesikasvusto.

Virnaesikasvustoilla saadaan ensimmäisenä perunavuotena paras sato, mutta toisena perunavuotena sadot ovat kompostoidulla karjanlannalla lannoitetun esikasvin ja lannoittamattoman viljaesikasvin suuruisia.

Lannoittamattoman viljaesikasvin jälkeen sadot ovat joitakin lannoitettujakin esikasveja suuremmat vielä toisena perunavuotena, mikä kertoo maaperän riittävästä luontaisista typpivarjoista, jotka tulisi saada kasvin käyttöön maan vesitaloudesta huolehtimalla. Perunaesikasvin jälkeiset sadot ovat heikoimmat.

Viherlannoitukset tuottavat riittävästi typpeä seuraavan sadon käyttöön ja satotasojen nousu viherlannoitusten jälkeen on seurausta myös viherlannoituksen maata parantavasta vaikutuksesta. Viherlannoitus-esikasvit tuottivat suurempia ja parempilaatuisia perunasatoja kuin lannoitettaessa perunaa karjanlannalla. Eri esikasvien vaikutus perunasatoon oli kuitenkin oletettua vähäisempi. Perunan esikasvilla on vaikutus mukulan nitraattipitoisuuteen. Nicola reagoi maaperän typpipitoisuuksiin herkemmin ja sen nitraattipitoisuudet nousivat joinakin kasvukausina hälyttävän korkeiksi.

Kirjallisuus

- Blomberg, K. & Hallikainen, A.** 2000. Kotimaisten ja ulkomaisten ruokaperunoiden vieraat aineet; glykoalkaloidit, nitraatti ja raskasmetallit. Elintarvikeviraston Tutkimuksia-sarja 3/2000. 28 s. Elintarvikevirasto. Helsinki.
- Forsman, K.** 2004. Lietelantana annettavan lisätyn vaikutus viherlannoitettuun luomuohraan. Teoksessa Kasvovoimaa luomuohralle. Maa- ja elintarviketalous 52. Jokioinen. s. 34-43.
- Gumpertz, M.L & Brownie, C.** 1993. Repeated measures in randomized block and split-plot experiments. Canadian Journal of Forest Research, Volume 23: 625-639.
- Harris, P.** 1992. Mineral nutrition. Teoksessa P. Harris (toim.) The Potato crop. London. Chapman & Hall. s. 162-209.
- Heikkilä, J.** 1998. Luomuperunan tuotantoa Suomessa 1997 ja sen ongelmat. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala.
- Heinonen, S.** 2005. Luonnonmukainen viljely viljelykasveittain vuosina 1993-2003. samps.heinonen@kttk.fi 23.2.2005
- Järvi, A., Kangas, A., Salo, Y., Talvitie, H., Vuorinen, M. Mäkelä, L.** 1996. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1988-1995. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A,2.
- Kangas, A.** 1995. Virallisten lajikekokeiden suoritusohjeet. <http://tripunix.mtt.fi/>
- Kankaanpää, L., Kieksi, J. & Heinonen, S.** 2000. Luonnonmukainen maatalous 1999-Tilastoja. KTTK:n julkaisu B2 Luomutuotanto 6/2000. Loimaa 2000.
- Kostamo, P.** 1991. Tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti viljellyn ruokaperunan laatu ja hinta Hämeen läänissä. Elintarvikevirasto13/1991.
- Kurjenluoma, M., Tuomela, P. & Viitaluoma, A.** 1998. On farm research, askel kohti viljelijäläheisempää tutkimusmenetelmää. Projektityö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Ilmajoen maatalousoppilaitos.
- Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D.** 1996. SAS System for Mixed Models, Cary, NC: SAS Institute Inc., 633 pp.
- SAS.** 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc. 3809 p.
- Wolfinger, R.** 1996. Heterogeneous Variance-Covariance Structures for Repeated Measures. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, Volume 1, Number 2: 205-230.