



Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla

Arja Nykänen



MTT:n selvityksiä 28
22 s., 2 liitettä

Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla

Arja Nykänen

ISBN 951-729-734-3 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)

www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts28.pdf

Copyright

MTT

Arja Nykänen

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

Sähköposti julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2002

Kannen kuva

Riikka Talola

Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla

Arja Nykänen

MTT, Ympäristöntutkimus, Ekologinen tuotanto, Huttulantie 1, 51900 Juva, arja.nykanen@mtt.fi

Tiivistelmä

Pirkanmaalla on kaksi jokea, joissa esiintyy Etelä-Suomen tärkein ja ainoa elinvoimainen jokihelmisimpukkakanta. Toinen joista on Pinsiön-Matalusjoki, joka on projektin kohdealue. Projektin tavoitteena on ollut kehittää maatalouden harjoittamista vesien suojelemiseksi sekä jokihelmisimpukan ja purotaimenen elinympäristön säilyttämiseksi. Kolmella pirkanmaalaisella maatilalla kokeiltiin ympäristöystävällisiä viljelymenetelmiä. Simpukan kannalta tärkeimmiksi kehittämiskohteiksi nähtiin eroosion vähentäminen, joen veden pH:n nostaminen ja yleensä typen ja fosforin ravinnekuormituksen vähentäminen.

Tulosten perusteella tärkein toimenpide, jolla jokihelmisimpukan elinoloja Pinsiön-Matalusjoessa voidaan parantaa, on valtaojien putkittaminen. Kalkituksella saadaan viljeltyyn pH nousemaan, jolloin voidaan olettaa myös valumavesien pH:n nousevan. Fosforin huuhtoutumista voidaan vähentää fosforilannoitusta ja eroosiota vähentämällä.

Typen huuhtoutumisen kannalta suurimman riskin näyttää muodostavan varhaisperunan viljely. Ruis toimii kohtalaisen hyvin pyydyskasvina ja siitä saa myös satoa seuraavana vuonna. Vaikka karjanlantaa käytettäessä muokkauskerroksen typpimäärä nousi korkeaksi, ei huuhtoutumisesta ollut havaittavissa merkkejä. Luomutilalla käytettävät palkokasvit eivät myöskään aiheuttaneet merkittävää typen huuhtoutumisriskiä. Tulosten perusteella kevennetty muokkaus kynnön sijaan vähentää myös typen huuhtoutumisriskiä.

Avainsanat: typpi, fosfori, huuhtoutuminen, eroosio, pH, jokihelmisimpukka

Cultivation practices to enhance the living conditions of river pearl mussel at Pirkanmaa-province

Arja Nykänen

MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Ecological Production, Huttulantie 1, 51900 Juva, Finland, arja.nykanen@mtt.fi

Abstract

There are two rivers at Pirkanmaa province, where the river pearl mussel is living in southern Finland. The mussel is threatened to die out. The aim of the project was to find the best cultivation practices to enhance the living conditions of river pearl mussel. The three farms which were included in the project, situated beside the river where the mussel is living. The cultivation practices should diminish erosion and the leaching of nitrogen and phosphorus. Also the pH of run-off water should be raised.

The most important way of diminishing erosion is to put pipes to the main trenches of the fields. Liming is a way to raise the pH of soil. It is assumed that then also the run-off water is not so acidic. The leaching of phosphorus can be reduced by diminishing the phosphorus fertilization and erosion.

On these farms the most risky plant in cultivation is early potato. Winter rye as catch crop is recommended, because it gives yield in next summer. The use of farmyard manure and legumes as fertilizers did not cause any leaching risk of nitrogen. Minimum tillage reduces nitrogen leaching too.

Keywords: nitrogen, phosphorus, leaching, erosion, pH, river pearl mussel

Alkusanat

Ympäristönsuojelu ja sen tutkimus on ollut maataloussektorilla jo pitkään eräs tärkeä osa-alue. Monesti suojelutoimenpiteiden tarkoituksena on estää tai vähentää vesistöjen rehevöitymistä. Käsillä olevassa tutkimuksessa suojelun kohde oli selkeästi konkreettisempi: Pinsiön-Matalusjoessa elävä jokihelmisimpukka, joka lukeutuu Suomen uhanalaisiin eläimiin.

Koimmeikin tekevämme oikeaa 'pelastustyötä', kun tutkimusryhmämme kanssa kävimme hakemassa maa- tai satonäytteitä 500 km:n päässä Pirkanmaalla useita kertoja vuodessa. Kiitämme Hämeen T&E-keskusta ja Matti Saloa heidän myöntämästään rahoituksesta hankkeen toteuttamiseksi. Pinsiön-Matalusjoen kalastusyhdistystä ja puheenjohtajaansa Osmo Rauhalaa kiitämme hedelmällisestä ja mielenkiintoisesta yhteistyöstä.

E erityisen lämpimän kiitoksen haluamme antaa niiden kolmen maatilän isännille ja emännille, jotka niin ylitsevuotavasti ja ystävällisesti meitä auttoivat ja kestivät tutkimusmatkoillamme.

Tutkimuksen johtajana haluan esittää myös parhaimmat kiitokseni tutkimusryhmällemme tutkimusmestareille Kari Nariselle ja Reijo Pesoselle, tutkimusapulaisille Seppo Kärkkäiselle, Jussi Lappalaiselle, Mauri Nissiselle, Juha Pasaselle ja Pekka Putkoselle sekä laborantti Marja Harmoiselle. Teidän kanssanne oli mukava tehdä tutkimusta ja tutkimusmatkoja.

Juvalla 17.1.2003

Arja Nykänen
vanhempi tutkija

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	7
2	Aineisto ja menetelmät.....	8
2.1	Tilojen ja säätilan kuvaus.....	8
2.2	Tutkittavat viljelytoimenpiteet tiloilla.....	9
2.3	Näytteiden ottaminen.....	9
2.4	Näytteiden analysoiminen.....	10
2.5	Ravinnetaseiden laskeminen.....	10
3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	11
3.1	Satojen määrä ja laatu.....	11
3.1.1	Nurmisadot.....	11
3.1.2	Viljasadot.....	12
3.1.3	Perunasadot.....	13
3.2	Ravinnetaseet.....	13
3.3	Maan ravinnetila.....	14
3.3.1	Muokkauskerroksen pH, fosfori ja mineraalityppi.....	14
3.3.2	Typen huuhtoutumisriski.....	16
3.4	Ojavesien ravinnepitoisuudet.....	18
4	Yhteenveto.....	20
5	Kirjallisuus.....	21
6	Liitteet.....	23

1 Johdanto

Jokihelmisimpukka on uhanalainen nilviäinen, joka on katsottu Suomessa vaarantuneeksi lajiksi. Pirkanmaalla on kaksi jokea, joissa esiintyy Etelä-Suomen tärkein ja ainoa elinvoimainen jokihelmisimpukkakanta. Toinen joista on Pinsiön-Matalusjoki, joka on projektin kohdealue. Joen valuma-alueella esiintyy runsaasti maatalouskäytössä olevia peltoalueita, joilla tapahtuva toiminta vaikuttaa jokiekosysteemiin joko suoraan tai välillisesti.

Jokihelmisimpukka vaatii viileää ja puhdasta virtaavaa vettä, jonka pH on yli 6, riittävää vesimäärää, hiekka- tai kivikkopohjaa, joen koskisuutta, suojaisaa ja varjoisaa elinympäristöä sekä purotaiminen väli-isännäkseen. Maataloustoimet voivat vaikuttaa negatiivisesti jokihelmisimpukan elinmahdollisuuksiin mm. ravinteiden, torjunta-aineiden, liiallisen kasteluveden oton tai maanmuokkauksen (erosion) välityksellä. Näiden uhkatekijöiden minimoimiseksi projekti pyrki edistämään maatalouteen liittyvien ympäristönsuojelullisesti merkittävien menetelmien ja toimien käyttöönottoa.

Projektin tavoitteena on ollut kehittää maatalouden harjoittamista vesien suojelemiseksi sekä jokihelmisimpukan ja purotaiminen elinympäristön säilyttämiseksi. Kolmella pirkanmaalaisella maatilalla kokeiltiin ympäristöystävällisiä viljelymenetelmiä, joita voidaan hyödyntää laajemminkin kyseisten valuma-alueiden maatalojen ympäristön hoidossa. Projektista saadaan alueen viljelijöille konkreettista käytännön tietoa siitä, kuinka he voivat vähentää ravinnepäästöjä pelloiltaan. Keinojen tulisi olla tehokkaita, kuitenkin niin, ettei satotappioita syntyisi kohtuuttomasti. Lisäksi simpukkatutkijat saivat tietoa alueen maatalouden aiheuttaman ravinnekuormituksen määrästä.

Simpukan kannalta tärkeimmiksi kehittämiskohteiksi nähtiin erosion vähentäminen, joen veden pH:n nostaminen ja yleensä typen ja fosforin ravinnekuormituksen vähentäminen. Koeruuduilla tehtyjen tutkimusten mukaan kevennetty muokkaus (Turtola & Pitkänen 1998) ja suojakaistat (Uusi-Kämpä & Kilpinen 2000) vähentävät eroosiota ja sitä kautta myös fosforin huuhtoutumista. Vesistöihin joutuvan fosforin määrää pienentää myös peltoaan muokkauskerroksen liukoisen fosforipitoisuuden vähentäminen (Yli-Halla ym. 2002). Typen huuhtoutumista on havaittu vähentävän lannoitusmäärän pienentäminen nurmilla (Turtola & Jaakkola 1985). Luomutilan erilaisten viherlannoitustapojen vaikutusta typen huuhtoutumisriskiin ja nurmen kalkituksen tehoa muokkauskerroksen happamuuteen haluttiin myös selvittää.

2 Aineisto ja menetelmät

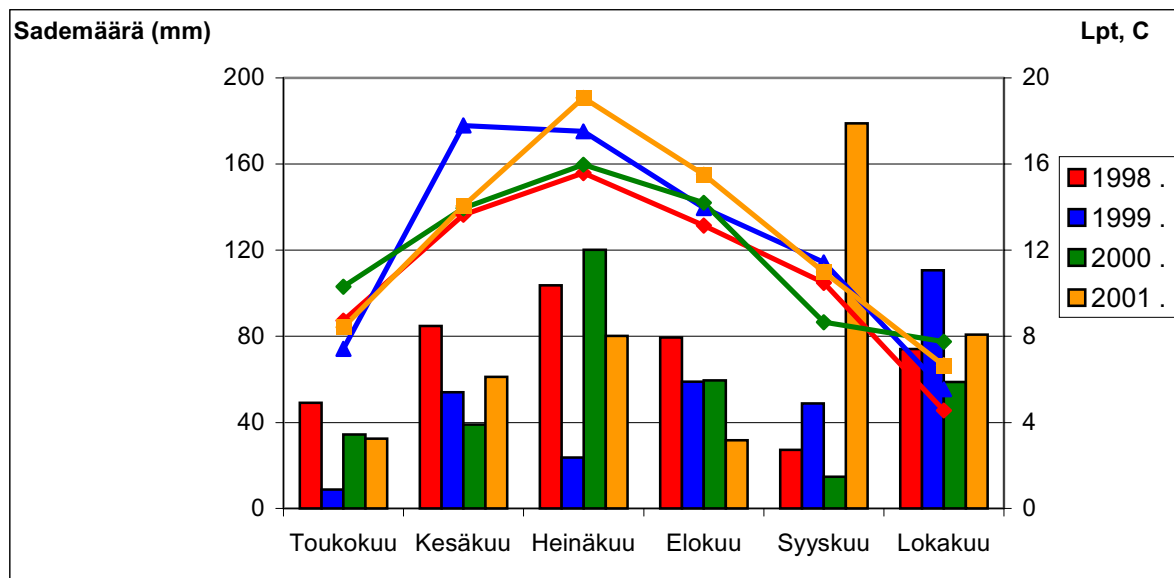
2.1 Tilojen ja säätilan kuvaus

Tutkimus toteutettiin pirkanmaalaisilla maatiloilla vuosina 1997-2002. Hankkeessa oli mukana kolme tilaa: luonnonmukaisesti viljelty kasvinviljelytila, tavanomaisin menetelmin viljelty maidontuotantotila ja tavanomaisin menetelmin viljelty peruna- ja viljanviljelytila. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Hankkeeseen osallistuneiden tilojen perustiedot.

	Sijainti	Tuotantosuunta	Lannoitustapa	Maalajit
1	joen yläjuoksulla	ruokaperuna, leipävilja	väkilannoitus	Kht, Hht
2	joen keskijuoksulla	maidontuotanto, rehu- vilja, nurmirehu	väkilannoitus + oma kar- janlanta	turvemulta, Hs
3	joen alajuoksulla	luonnonmukainen lei- pävilja, mansikka	biologinen typensidonta, karjanlantakomposti	Hs

Vuoden 1998 kasvukausi oli hyvin sateinen ja vuoden 2000 heinäkuussa satoi myös paljon. Vuosi 1999 oli puolestaan erittäin kuiva. (Kuva 1).



Kuva 1. Kasvukauden kuukausien keskilämpötilat ja sademäärät kokeilukaudella. Lukemat on mitattu Tampereen lentokentällä, joka on tiloja lähimpänä sijaitseva sääasema.

2.2 Tutkittavat viljelytoimenpiteet tiloilla

Luomutilalla vertailtiin virna- ja apilanurmipohjaisen viljelykierron, kevennetyn muokkauksen, nurmen pintakalkituksen ja maalajin vaikutusta ravinteiden huuhtoutumisriskiin ja maan happamuuteen. Tavanomaisella maitotilalla kokeiltiin karjanlannan käyttöä lannoitteena väkilannoitteen sijasta, apilan ja alennetun väkilannoitemäärän käyttöä nurmilla sekä nurmen pintakalkitusta. Tavanomaisella kasvinviljelytilalla kokeilutoimenpiteinä olivat sekä suosituksia suurempi että pienempi typpilannoitus mallasohralle, alennettu fosforilannoitemäärä viljalle lohkolla, jonka liukoisen fosforin pitoisuus oli korkeahko (18-30 mg/l maata), syysrukiin käyttö pyydyskasvina varhaisperunan jälkeen sekä siirtyminen luomuviljelyyn perunan viljelyssä. (Liite 1). Lisäksi kaikilla tiloilla kokeiltiin valtaojan putkittamisen (vrt. salaojitus) vaikutusta eroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen.

Tarkoituksena oli kokeilla myös kevennettyä muokkausta tavanomaisella viljatilalla, syysviljan viljelyä kevätiljan sijaan sekä muiden pyydyskasvien käyttöä varhaisperunan jälkeen. Toteuttaminen ei onnistunut, koska tiloilla muutettiin suunnitelmia kasvukausien erilaisuuden vuoksi.

Peltolohkot jaettiin kahteen osaan, joista toisella puolella noudatettiin kokeiltavaa viljelytoimenpidettä ja toista puolta viljeltiin entisellä tavalla.

2.3 Näytteiden ottaminen

Viljelytoimiltaan jaetulle peltolohkolla molemmille puolille perustettiin neljä näyteruutua, joista otettiin sekä maa- että kasvustonäytteet.

Maanäytteet otettiin kolmesta kerroksesta (0-30 cm, 30-60 cm sekä 60-90 cm) keväällä toukokuun alussa ennen viljelytoimenpiteiden aloittamista sekä syksyllä loka-marraskuun vaihteessa juuri ennen maan routaantumista. Maanäyte muodostui useammasta osanäytteestä. Näytteet säilytettiin ulkolämpötilassa 1-2 päivää, jonka jälkeen ne pakastettiin. Näytteitä ei voitu pakastaa heti, koska kaikki näytteet piti ottaa kerralla ja näytteenotto-matka kesti vajaan kolme päivää. Näytteet voitiin pakastaa vasta Juvalla.

Satonäytteet otettiin kaikista näyteruuduista niin monta kertaa kuin viljelijä korjasi sadon pellolta. Näytteenotto ajoitettiin niin lähelle varsinaista sadonkorjuuta kuin mahdollista. Näytteet otettiin 0,25m * 0,25m kehikolla (2 kehikollista / ruutu) ja leikattiin saksilla niin, että pellolle jäi nurmesta viiden senttimetrin sänki. Viljat leikattiin poikki korren juuresta.

Kasvinäytteet säilytettiin kylmiössä seuraavaan päivään, jolloin ne punnittiin, lajiteltiin eri kasvilajit seoskasvustoista ja silputtiin. Näytteet laitettiin yöksi 105° C uuniin yön yli kuiva-ainemääritystä varten. Ravinneanalyysiin menevät näytteet kuivattiin 60° C uunissa.

Kultakin tilalta otettiin vesinäytteitä valtaojasta, joka oli sekä putkitettu että avo-ojana. Näytteitä otettiin 3-10 kpl vuodessa niin, että näytteitä pyrittiin ottamaan sekä suuren että pienen virtauksen aikaan. Vesinäytteet otettiin 500 ml:n muovipulloihin, jotka laitettiin heti

pikapaketina Jokioisille MTT:n Ympäristöntutkimuksen laboratorioon. Näytteet säilytettiin pakastettuna analysointiin saakka.

2.4 Näytteiden analysoiminen

Pakastetuista maanäytteistä määritettiin ammonium- ja nitraattitypen pitoisuudet uuttamalla näytteet 2 molaarisella kaliumkloridilla (Esala 1991). Muokkauskerroksen maanäytteistä määritettiin helppoliukoinen fosfori eli viljavuusfosfori uuttamalla näytteet happamalla (pH 4,65) ammoniumasetatiliuoksella (Vuorinen & Mäkitie 1955). Ravinteet laskettiin kg/ha kuiva-aineksi tilavuuspainon avulla. Muokkauskerroksen maanäytteistä määritettiin myös CaCl₂-uuttainen pH.

Kasvustonäytteistä mitattiin sadon määrä ja kuiva-ainepitoisuus (105° C yön yli) sekä fosfori- ja typpipitoisuus (Kähäri & Nissinen 1978, Leco Corporation 1998). Seoskasvustojen palkokasvipitoisuus määritettiin %:na kuiva-aineesa.

Vesinäytteistä määritettiin liukoinen fosfori eli ortofosfaattifosfori (PO₄-P), kokonaisfosfori (kok-P), ammoniumtyppi (NH₄-N), nitraattityppi (NO₃-N), kokonaistyyppi (kok-N), haihdutusjäännös, rauta ja pH. Näytteet analysoitiin suomalaisia standardimenetelmiä (SFS 3025, SFS 3026, SFS 3030, SFS 3031, SFS 3032 ja SFS 3008) noudattaen. pH mitattiin Beckmanin lasiyhdistelmäelektrodilla ja rautapitoisuus mitattiin ICP-analysaattorilla (Thermo Jarrell Ash Iris Advantage) suodatetuista näytteistä (S&S 589/2).

Tuloksista laskettiin kunkin viljelytoimenpiteen neljän ruudun keskiarvot näytteenottokerroittain. Maan ravinnetilan kehittymistä ja vesinäytteiden ravinnepitoisuuksien muutoksia on helpoin seurata keskiarvoista tehtyjen kuvaajien avulla. Tilastollisia merkitsevyyseroja ei voitu laskea, koska ruutuja ei voitu käytännön toteutuksen hankaluuden vuoksi satunnaistaa koko pellolle.

2.5 Ravinnetaseiden laskeminen

Peltolohkoille laskettiin typen ja fosforin peltotase kullekin viljelytoimenpiteelle. Taseet laskettiin niin, että laskettiin lannoitteissa ja biologisen typensidonnan kautta pellolle tuotujen typen ja fosforin määrä. Tästä vähennettiin sadoissa poistuneet typen ja fosforin määrät. Taseet laskettiin pääasiassa koko 4 vuoden jaksolle, mutta joissakin tapauksissa tarkastelukohteeksi otettiin jokin tietty viljelykierron vaihe.

Apilapitoisella luomunurmella laskettiin biologisen typensidonnan määrä (BTS) seuraavasti: $BTS (kg/ha) = 1,7 * ((kuiva-ainesato (kg/ha) * palkokasviosuus (\%)) * typpipitoisuus (\%)) * 0,75$.

Apilan kokonaistypestä oletettiin 75% olevan biologisesti sidottua ja loput maasta otettua (Väisänen 2000). Yleisesti ajatellaan, että apilan typpipitoisuus on korkeampi kuin heinien. Näissä näytteissä asia ei voi pitää paikkaansa, koska koko sadon typpipitoisuus saattoi olla huomattavasti korkeampi näytteissä, joiden apilapitoisuus oli 20% kuin näytteissä, joiden

apilapitoisuus oli 90%. Kasvuston valkuaispitoisuuteen vaikuttaa siis erittäin paljon se, millä kasvuasteella kasvusto korjataan. Tästä syystä laskelmissa käytettiin koko sadon typpipitoisuutta myös apilan typpipitoisuutena. Ilmasta sidotun typen määrään vaikuttaa kuitenkin enemmän kasvuston palkokasvipitoisuus ja sadon määrä kuin apilan typpipitoisuus.

Virnalla BTS-osuus koko sadon tyypestä oletettiin olevan 50% (Väisänen 2003, suullinen tiedonanto). Kerroin 1,7 sisältää sekä sadossa korjatun apilasadon että juuret ja sängin kaksi kertaa kesässä korjattavilla apilanurmilla (Kristensen ym. 1995).

Taseiden ollessa positiivisia, on peltoja lannoitettu enemmän kuin mitä sadoissa on ravinteita poistunut. Tämä ylimäärä on joko alttiina huuhtoutumaan tai se sitoutuu maahan.

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Satojen määrä ja laatu

3.1.1 Nurmisadot

Yksivuotisen luomuapilanurmen ensimmäisen niiton kuiva-ainesato oli multamaalla 700 kg/ha pienempi kuin kivennäismaalla vuonna 1998 (Liite 2, ruudut 1 ja 6+7). Toisessa niitossa sadot olivat yhtä suuret. Nurmen apilapitoisuus oli molemmissa niitoissa 20-30 %-yksikköä pienempi, jolloin rehun valkuaispitoisuus oli myös n. 3 %-yksikköä pienempi. Toisen vuoden nurmissa seuraavana vuonna apilapitoisuudet olivat laskeneet 70-90%:sta 20%:iin, mikä näkyi myös 3 000 – 4 000 kg/ha pienempinä kuiva-ainesatoina (Liite 2, ruudut 5 ja 8). Nykäsen ym. (2000) tutkimuksissa luomutilojen apilanurmien apilapitoisuudet ja sadot laskivat selvästi vasta kolmantena nurmivuonna.

Tavanomaisilla nurmilla lannoituksen vähentäminen 25% vaikutti vaihtelevasti nurmisatoihin. Vuosina 1998 ja 2001 kuiva-ainesadot olivat vähemmän lannoitetuilla nurmilla 700-1000 kg/ha pienemmät ja vuonna 2000 550 kg/ha suuremmat kuin suositusten mukaan lannoitetuilla nurmilla. (Liitteet 1 ja 2). Valkuaispitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa paitsi vuonna 1998 3% -yksikköä korkeammat ja vuonna 2001 3% -yksikköä matalammat, kun typpilannoitus oli 25% pienempi.

Karjanlantaa ennen perustamisvuotta saaneen ja satovuosina 25% vähemmän lannoitetun heinäkasvinurmen kuiva-ainesadot olivat 300-700 kg/ha suuremmat verrattuna normaali-lannoitettuun ruutuun. (Liite 2, ruudut 15 ja 16). Valkuaispitoisuus oli puolestaan 1% -yksikön alhaisempi vähemmän lannoitetulla ruudulla.

Lohkolla, jolle oli kylvetty alsikeapilaa, olivat nurmisadot ensimmäisenä nurmivuonna samansuuruisia, kuin enemmän lannoitetulla nurmella. Valkuaispitoisuudet olivat 1% -yksikön korkeampia (25% / 26%). Vuosina 2000 ja 2001 apila oli hävinnyt nurmesta käytännössä kokonaan (1-6% kuiva-aineesta apilaa) ja tällöin vähemmän lannoitetun nurmen kuiva-ainesato oli 1600-2000 kg/ha pienempi. (Liite 2, ruudut 11 ja 12). Satojen valkuais-

pitoisuudet olivat myös 3-8% -yksikköä pienempiä alhaisemman typpilannoituksen saaneilla apilapitoisiksi tarkoitetuilla ruuduilla.

Tulosten tulkintaa vaikeuttaa se, että kahdella nurmilohkolla kolmesta jouduttiin toinen nurmisato laiduntamaan lähes joka vuosi, jolloin ei koko kasvukauden tulosta ollut käytävissä.

Luomuapilanurmen pintakalkitus näytti pienentäneen seuraavan vuoden apilanurmen satoja. (Liite 2, ruudut 5+6 ja 7+8). Mahdollisesti kalkki on levittynyt epätasaisesti ja aiheuttanut esimerkiksi polttovaurioita kasvustossa.

3.1.2 Viljasadot

Turvemaalla kaurasato oli vuosina 1998 ja 1999 karjanlantaa saaneella ruudulla 350-600 kg/ha suurempi kuin väkilannoitetulla ruudulla, mutta valkuaispitoisuus oli puolestaan 0,7-0,9 %-yksikköä pienempi (12,5% 1998, 16% 1999). Kokonaissadot olivat noin 1500-2000 kg/ha eli kaura oli kärsinyt liiallisesta kosteudesta märkänä vuonna ja kuivuudesta kuivana vuonna. (Liite 2, ruudut 15 ja 16).

Mallasohrasato oli n. 100 kg/ha suurempi ruudulla, joka oli saanut 20 kg/ha enemmän typpeä kuin suositusten mukaan lannoitettu verranneruutu. (Liite 2, ruudut 19 ja 20). Valkuaispitoisuus oli 0,2%-yksikköä suurempi (8,5% / 8,7%) samalla ruudulla. Sateisena vuonna ei kannata käyttää suosituksia korkeampia lannoitemääriä. Luomutilan ohrasato oli 150 kg/ha korkeampi kalkitulla ruudulla, joten kalkituksella ei ollut käytännön merkitystä. (Liite 2, ruudut 6 ja 7). Pellon pH oli jo ennen kalkitusta hyvä (6,4-6,8), mikä myös vaikuttaa tulokseen.

Luomutilan vehnäruutujen sadot vuonna 2000 olivat 2-vuotisen nurmen jälkeen 1000 kg/ha korkeammat kuin virnaviherlannoituksen jälkeen ja 500 kg/ha korkeammat kuin ohran jälkeen. Maahan muokattu nurmen sänki ja juuristo sisälsi laskelmien mukaan typpeä 73 kg/ha ja virnan maahan muokattu kasvusto 80 kg/ha. Seuraavan vuoden kaurasadot olivat 300 kg/ha suuremmat virnan kuin 2-vuotisen nurmen jälkeen, joten virnaviherlannoituksen lannoitusvaikutus näyttäisi olevan pidempikestoista kuin 2-vuotisen apilanurmen. (Liite 2, ruudut 1-4).

Tavanomaisella kasvinviljelytilalla 25% alhaisempi lannoitus kolmantena vuonna peräkkäin vuonna 2001 alensi ohrasatoa 2000 kg/ha. Kahtena edellisellä vuonna vaikutusta ei oltu havaittu kauralla ja perunalla. (Liite 2, ruudut 19 ja 20).

Luomutilan kaura tuotti keskimäärin 700 kg/ha korkeammat sadot kultivoidussa maassa kuin kynnetyissä maassa ruis+virnakasvuston jälkeen. Ruis+virna-ruuduilla kevennetyn muokkauksen jälkeen kuiva-ainesadot olivat 1 200 kg/ha korkeammat kuin syyskynnön jälkeen. (Liite 2, ruudut 5-8). Sadon valkuaispitoisuus oli myös 0,7 %-yksikköä korkeampi. Ruis+virna-sadon valkuaispitoisuus oli myös 1,2 %-yksikköä korkeampi kaksivuotisen nurmen jälkeen kuin ohran jälkeen. Esikasvilla ei kuitenkaan ollut vaikutusta sadon mää-

rään. Ruis+virnakasvustosta oli tarkoitus korjata ruissato, jolloin olisi yhdistetty viherlannoitus ja saatu myös myytävää satoa. Virnan määrä oli kuitenkin liian pieni viherlannoitus-tarkoitukseen ja ruissato jäi korjaamatta muista syistä.

3.1.3 Perunasadot

Luomuruutujen perunasato oli vuonna 2001 vain murto-osa tavanomaisesti viljellyn ruudun perunasadosta. Syynä tähän olivat rikkaruohot, jotka olivat vallanneet ruudut täydellisesti. Esikasvina olleen apilanurmen mitattu satomäärä oli 3 750 kg/ha kuiva-ainetta ja se sisälsi typpeä 125 kg/ha. Massa murskattiin ja muokattiin maahan, joten typpeä maassa olisi pitänyt olla tarpeeksi perunan kasvun kannalta. Tilalla ei viljelty luonnonmukaisesti mitään muuta kuin tätä pientä ruutua, joten sen hoitoon ei pystytty panostamaan ja rikkaruohot valtasivat ruudut täysin. Tavanomaisin viljelymenetelmin tilalla saatiin n. 45 000 kg/ha varhaisperunaa. Luomuperunan keskisato maassamme on 13 250 kg/ha, mikä on 54% tavanomaisen perunan keskisadosta (KTTK 2002).

3.2 Ravinnetaseet

Yleisesti ottaen ravinnetaseet muodostuivat negatiivisiksi neljän kokeiluvuoden aikana sekä typen että fosforin osalta. Suurimmat typen negatiiviset taseet (suurin -370 kg/ha) olivat jatkuvassa tavanomaisessa nurmiviljelyssä. Fosforitaseet olivat eniten negatiiviset luonnonmukaisessa kasvinviljelyssä (suurin -74 kg/ha), koska kokeiluaikana ei tilalla käytetty mitään fosforia sisältäviä lannoitteita.

Kokonaisravinnetasetarkastelua vaikeuttavat hyvin paljon puuttuvat näytteet, jotka johtuivat viljelysuunnitelmien ja -käytäntöjen muuttumisesta kesken suunnittelu- ja kasvukauden (äkillinen laiduntarve, perunan kasvun taantuminen jollakin lohkolla). Joskus kävi myös niin, että ruuduilta oli sato jo korjattu, kun näytteenottajat tulivat paikalle. Lisäksi luomutilan ravinnetaseiden laskemista vaikeuttaa biologisen typensidonnan määrän arvioinnin ongelmallisuus ja palkokasvien lannoitusvaikutus seuraavalle kasville. Tässä on kuitenkin laskettu esimerkinomaisesti muutamille viljelykierroille kokeilukauden aikaiset ravinnetaseet.

Suosituksen mukaisilla lannoitemäärillä tavanomaisilla tiloilla nurmille käytettiin vuodessa typpeä 110-180 kg/ha ja fosforia 11-35 kg/ha. Viljoille käytettiin typpeä 60-100 kg/ha ja fosforia 4-10 kg/ha peltolohkosta ja viljalajista riippuen.

Luomutilalla yksivuotisen nurmen sitoma typpimäärä vaihteli suuresti (110-396 kg/ha) sadon ja sen apilapitoisuuden mukaan. Ne nurmet, jotka jätettiin kasvamaan vielä toiseksi vuodeksi, sitoivat typpeä 24-50 kg/ha. Syynä näin pieneen biologisesti sidotun typen määrään oli nurmien apilapitoisuuden aleneminen. Virnakasvusto satoi typpeä 80 kg/ha.

Luomutilan viljelykierroista tasapainoisimman ravinnetaseen laskennallisesti tuotti kierto, jossa viljeltiin virnan jälkeen 2 vuotta viljaa. Tällöin typen ja fosforin taseet ovat kaikkein vähiten negatiivisia. Kierto on tosin tällöin 3-vuotinen ja muut vertailtavat kierrot 4-

vuotisia. Jos kiertoon lisättäisiin yksi virnavuosi lisää, muuttuisi tase typen osalta positiiviseksi. Yksi- ja kaksivuotiset nurmet, joista korjataan sato kaksi kertaa kesässä, ottavat maasta typpeä neljävuotisessa kierrossa 57-194 kg/ha. (Taulukko 2). Fosforitaseet ovat negatiivisia, koska tilalla ei kokeilujaksolla käytetty mitään fosforia sisältävää lannoitetta. Tällä perusteella näyttäisikin, että tilalla kannattaa viljellä yksivuotisia nurmia.

Taulukko 2. Erilaisten viljelykiertojen typpi- ja fosforitaseet (kg/ha) neljän vuoden (1998-2001) aikana kokeilutiloilla.

Viljelykierto	N-panos	N-tuotos	N-tase	P-panos	P-tuotos	P-tase
1v. apilanurmi -3 viljaa	196	357	-161	0	51	-51
virna – 2 viljaa (1	71	108	-37	0	24	-24
2v. apilanurmi – 2 viljaa	150	344	-194	0	47	-47
nurmi normaalilann.	704	743	-39	102	91	+11
nurmi ¾ lannoituksella	519	758	-239	76	89	-13
vilja + nurmi normaalilann.	448	582	-134	59	71	-12
vilja lannalla + nurmi ¾ lannoituksella	497	604	-107	99	78	+21
2 viljaa normaalilann.	135	255	-120	15	51	-36
2 viljaa ¾ lannoituksella	105	213	-108	12	45	-33

1) Kierrossa mukana vain kolme vuotta, koska virna ei itänyt ensimmäisenä vuonna.

Tavanomaisella karjatilalla ei typpilannoituksen vähentämisellä näyttänyt olevan vaikutusta typpitaseeseen, mutta fosforitase saatiin näin negatiiviseksi eli käytettiin maan omia fosforivaroja. Karjanlannan käytössä kannattaa levitysmäärä täsmentää fosforin määrän suhteen, sillä tässäkin tapauksessa, kun lantaa käytettiin yhtenä vuonna kauralle, oli typen alijäämä yli 200 kg/ha ja fosforin vain 8 kg/ha neljän vuoden aikana vilja-nurmi-kierrossa. (Taulukko 2). Typpeä on helppo lisätä nurmille väkilannoitteena tarpeen mukaan.

Tavanomaisella kasvinviljelytilalla ei saatu yhtään näytesarjaa kaikilta neljältä vuodelta, jotta olisi voitu verrata kokeilutoimenpiteiden vaikutuksia ravinnetaseisiin. Kun viljoille käytettiin kahtena vuonna ¾ vähemmän lannoitusta, oli typpitase 12 kg/ha ja fosforitase 3 kg/ha vähemmän negatiivinen kuin normaalilannoituksella.

3.3 Maan ravinnetila

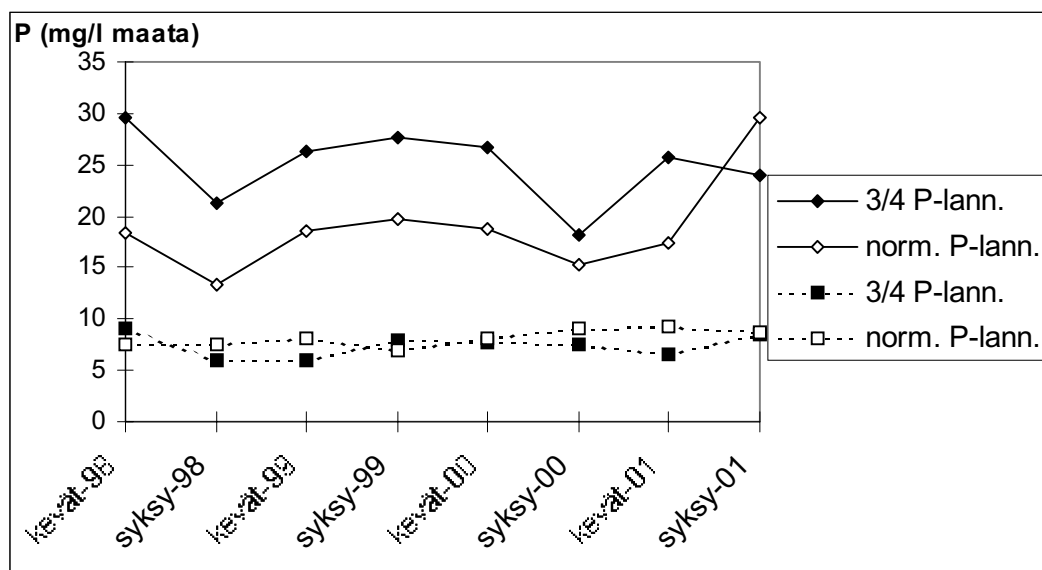
3.3.1 Muokkauskerroksen pH, fosfori ja mineraalityppi

Keväällä 1998 ja talvella 1998-99 tehtyjen nurmen pintakalkitusten vaikutuksia ei maan pH-luvuissa voitu havaita. Nurmen kyntäminen tai kultivointi 1-2 vuotta kalkituksen jälkeen ei myöskään nostanut muokkauskerroksen pH:ta, vaikka kalkki tällöin sekoittui maan kanssa. (Taulukko 3). Näin ollen nurmen pintakalkitusta ei voitane suositella maan happamuutta vähentäväksi viljelytoimeksi. Kalkitus täytyy tehdä muokattuun maahan tai maa täytyy muokata kalkituksen jälkeen, jotta kalkki sekoittuu maahan. (mm. Känkänen ym. 1989)

Taulukko 3. Maan pH kalkitussa ja kalkitsemattoman ruudun muokkauskerroksessa keväällä 1999 ja 2001.

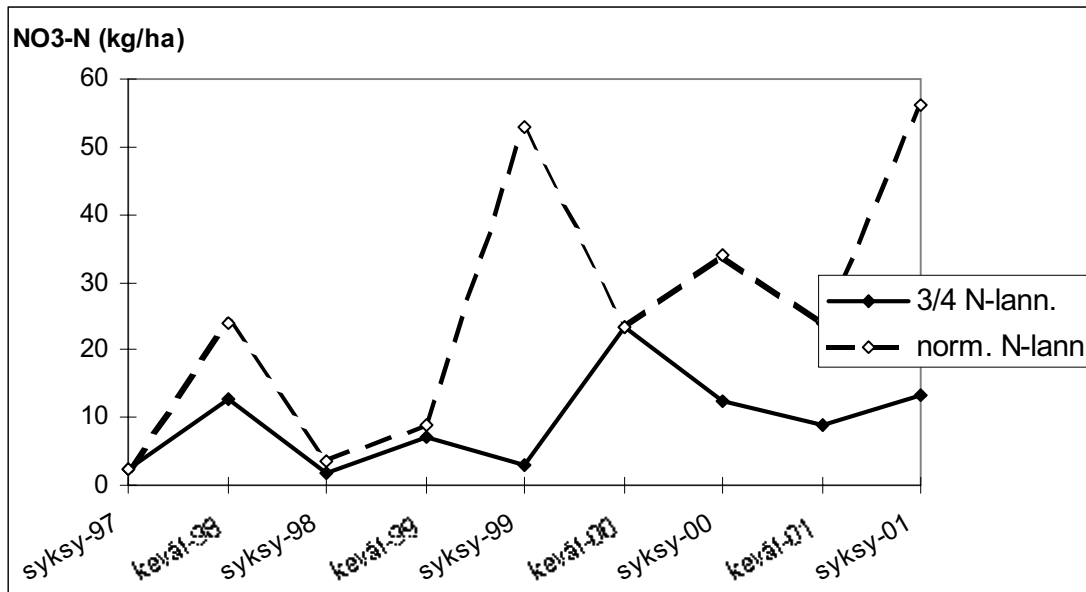
	kalkitsematon 1999	kalkittu 1999	kalkitsematon 2001	kalkittu 2001
1-vuotinen nurmi	6,69	6,77	6,9	6,8
4-vuotinen nurmi	5,84	5,65	6,0	5,5

Fosfori huuhtoutuu pääosin maa-aineksen mukana. Tästä syystä muokkauskerroksen fosforipitoisuutta kannattaa pyrkiä alentamaan. Fosforilannoituksen alentaminen 25%:lla kivennäismaalla, jossa oli korkea fosforipitoisuus, laski muokkauskerroksen fosforipitoisuutta 30 mg/l:sta 20 mg/l:aan (Kuva 2). Vaikutus tuli kuitenkin esiin vasta kolmannen perättäisen vuoden lannoituksen jälkeen. Pitoisuus nousi jälleen heti keväällä 2001, kun peltoa lannoitettiin normaalisti. Käytettäessä viljavuussuositusten mukaista lannoitusta pysyi fosforipitoisuus samana koko ajan. Laitumella fosforilannoituksen alentaminen 25%:lla ei näyttänyt vaikuttavan muokkauskerroksen fosforipitoisuuteen. Janssonin ym. (2002) mukaan fosfori kertyy pintalannoituksen ja laiduntamisen seurauksena laitumella aivan pinta-kerrokseen. Kun nurmi kynnetään, sekoittuu fosfori tasaisemmin koko kerrokseen.



Kuva 2. Laitumen (-----) ja viljapellon (—) liukoisen fosforin pitoisuudet (mg/l maata) kokeilukaudella normaalilla ja alennetulla lannoituksella muokkauskerroksessa.

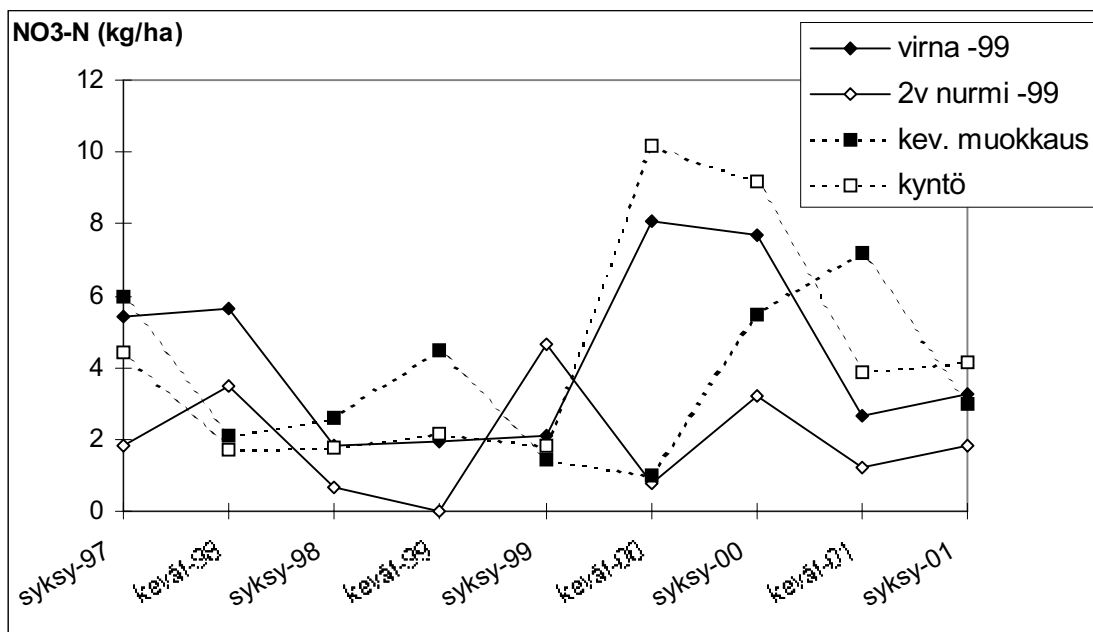
Muokkauskerroksen (0-30 cm) nitraattityppipitoisuuksiin oli lähinnä vaikutusta virnaviherlannoituksella ja typpilannoituksen pienentämisellä. Virna-viherlannoitus lisäsi muokkauskerroksen nitraattityypen määrää 20 kg/ha. Typpilannoituksen vähentäminen pienensi muokkauskerroksen nitraattityppipitoisuutta nurmella n. 30 kg/ha. (Kuva 3). Ammoniumtyypen määrät olivat muokkauskerroksessa 5-30 kg/ha, mutta eroja eri viljelytoimenpiteiden välillä ei ollut havaittavissa. Muokkauskerroksen typpipitoisuus kertoo pääasiassa kasveille käyttökelpoisen tyypen määrän. Marraskuussa otetun näytteen typpimäärä voi kertoa myös huuhtoutumisriskistä.



Kuva 3. Nitraattitypen määrä muokkauskerroksessa heinänumella normaalilla ja 3/4-lannoituksella.

3.3.2 Typen huuhtoutumisriski

Typen huuhtoutumisriskiä seurattiin 30-60 cm ja 60-90 cm maakerroksista nitraattityppimääriä vertailemalla. Luomutilalla virnaviherlannoituksen jälkeen keväällä oli nitraattitypen määrä kyseisissä kerroksissa 8-12 kg/ha, kun se 2-vuotisen nurmen jälkeen oli 2-4 kg/ha eli virna aiheuttaa jonkin verran suuremman typen huuhtoutumisriskin kuin apilanurmi. 2-vuotisen apilanurmen kynnön ja sitä seuraavan ohran jälkeen typen huuhtoutumisriski oli keväällä n. 10 kg/ha suurempi kuin jos apilanurmi ja seuraava ohra muokattiin kevyemmin lautasäkeellä. (Kuva 4).

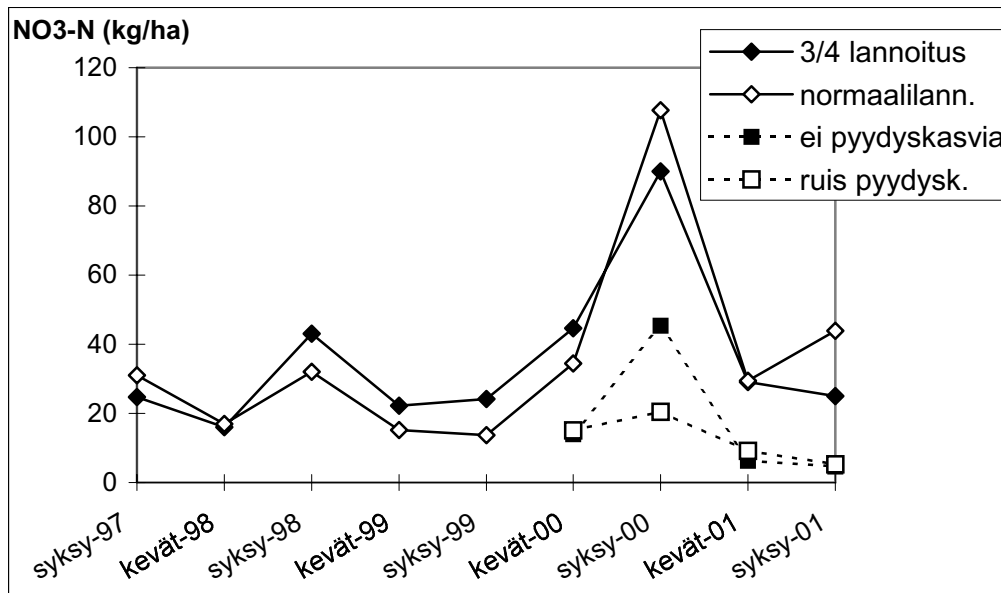


Kuva 4. Virna- ja nurmiviherlannoituksen (vaikutus vuonna 2000) sekä muokkaustavan (vaikutus 2000-01) vaikutus maan nitraattityppipitoisuuteen 60-90 cm maakerroksessa.

Typpilannoituksen vähentäminen ja apilan käyttö laitumella ei vaikuttanut typen huuhtoutumisriskiin merkittävästi. Typpilannoituksen vähentäminen turvemaalla vähensi myös typen huuhtoutumisriskiä 20-30 kg/ha, mutta kokonaistypimäärissä vaikutus oli pieni. Turvemaalla nurmen kyntäminen aiheutti 40-50 kg/ha typen huuhtoutumisriskin kasvamisen seuraavana vuonna kauralla, kun peltoa lannoitettiin väkilannoitteella. Typen määrä laski kuitenkin tasaisesti nurmea viljeltäessä ja oli tasoittunut samoihin lukemiin karjanlantannoituksen kanssa parissa vuodessa (jolloin molempia nurmia lannoitettiin väkilannoitteella). Karjanlantaa käytettäessä typen määrä pysyi alhaisena n. 10 kg/ha sekä kauraa että nurmea viljeltäessä. Turtola & Jaakkola (1987) havaitsivat nurmen kynnön lisäävän typen huuhtoutumista savimaalla. Heidän tutkimuksissaan nurmen lannoituksen nostaminen 100 kg:sta /ha 200 kg:aan /ha lisäsi typen huuhtoutumista (Turtola & Jaakkola 1985).

Varhaisperunan jälkeen normaalilannoituksella maahan voi jäädä suuriakin määriä typpeä alttiiksi huuhtoutumiselle. Marraskuussa 2000 turvemaalla oli varhaisperunan jälkeen maassa jopa 90-110 kg/ha nitraattityppeä 60-90 cm kerroksessa. Kevääseen mennessä typpimäärät olivat pudonneet noin 30:een kg/ha. Talven aikana oli siis hävinnyt normaalisti lannoitetulta ruudulta 80 kg/ha nitraattityppeä ja 25% alhaisemmalla lannoituksella 60 kg/ha. Varhaisperunan jälkeen kylvetynä pyydyskasvina ruis vähensi typen huuhtoutumisriskiä noin 20 kg/ha kivennäismaalla. (Kuva 5).

Siirtymävaiheessa olevalla luomuruudulla apilanurmen kyntäminen nosti maan nitraattityppipitoisuutta huuhtoutumiskerroksissa 2-5 kg/ha, mutta tavanomaisesti viljellyllä viljaverailuruudulla typpipitoisuudet olivat 5-10 kg/ha korkeammat. Luomu- ja tavanomaisen perunan jälkeen maassa oli saman verran typpeä.

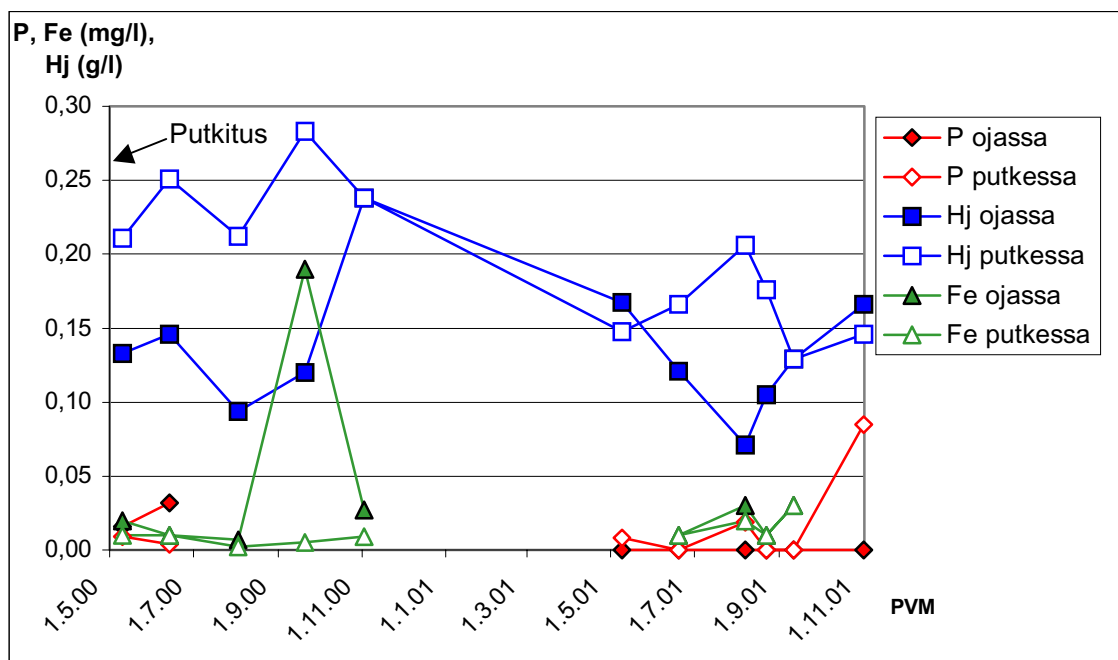


Kuva 5. Maan nitraattityppimäärät 60-90 cm kerroksessa viljelykierron peruna-vilja-peruna-vilja. (turvemaalla —, kivennäismaalla ----).

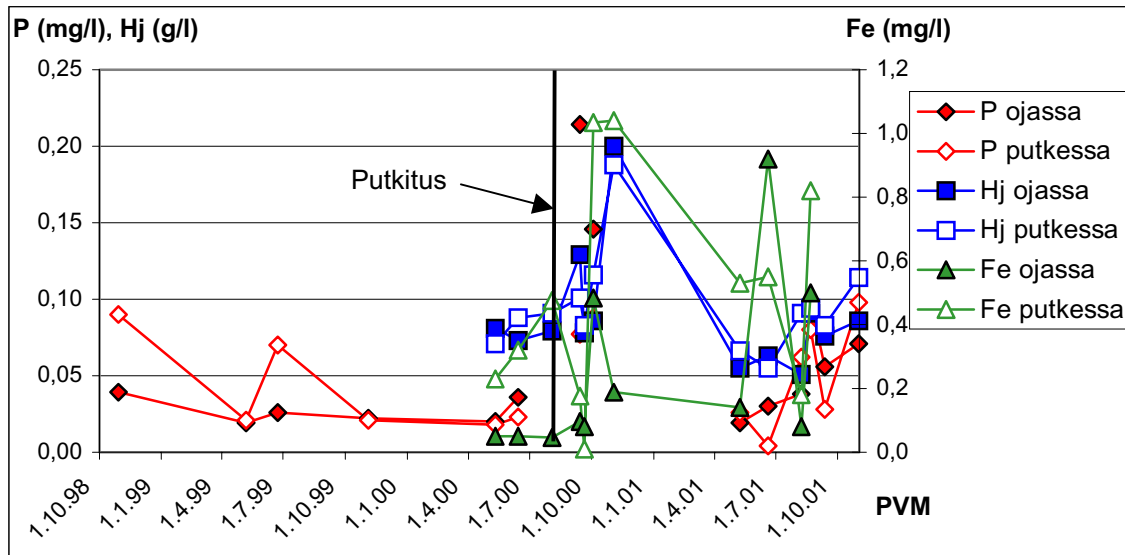
Ammoniumtyypen määrät olivat 30-60 cm ja 60-90 cm maakerroksissa pääosin alle 10 kg/ha. Ainoastaan keväällä 1998 karjanlantaa saaneella ruudulla ammoniumtyyppiä oli 10-35 kg/ha koko ajan.

3.4 Ojavesien ravinnepitoisuudet

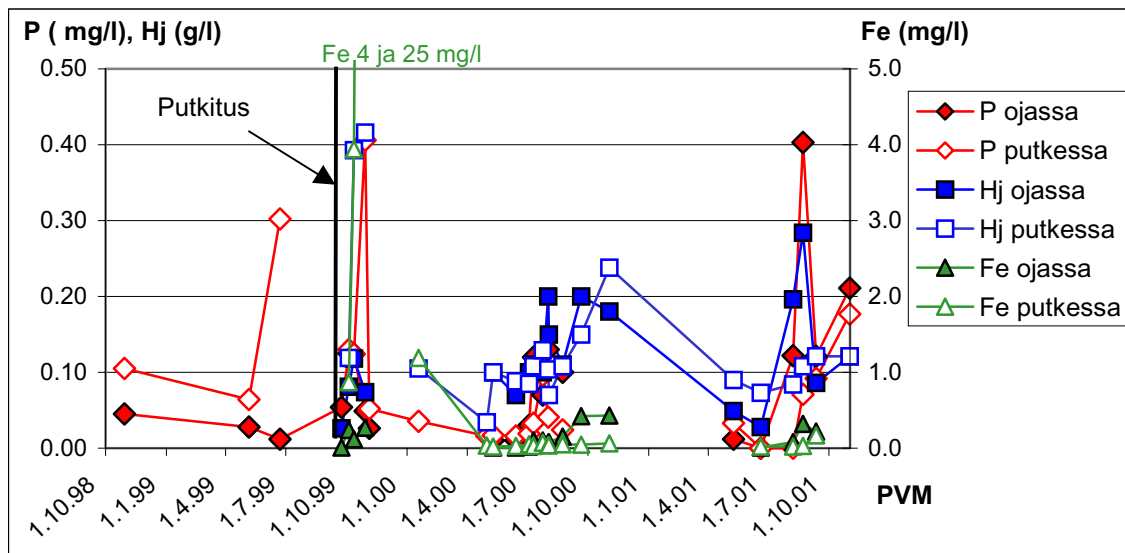
Ojavesien ravinnepitoisuuksien seurannassa pääpaino oli valtaojan putkituksen vaikutuksessa ravinnekuormitukseen. Itse putkituksen suorittaminen nosti huomattavasti ojaveden rautapitoisuutta tiloilla 2 ja 3. Syksyllä tehdyn putkituksen jälkeen vedessä oli tilalla 3 rautaa 13-25 mg/l. Pitoisuudet laskivat normaalille tasolle (0,01-0,2 mg/l) talven aikana. Maa-aineksen määrä vedessä nousi tiloilla 1 ja 3 Putkituksen aiheuttama maa-ainespitoisuuden kasvu oli 0,1-0,3 g/l. Veden kokonaisfosforipitoisuus nousi selkeästi vain tilalla 3. Fosforipitoisuudet tasoittuivat kuitenkin jo kuukauden kuluessa putkituksesta ja maa-aineksen sekä raudan pitoisuudet tasoittuivat puolen vuoden sisällä. (Kuvat 6a-c). Typpipitoisuuksiin ja veden pH-arvoon putkituksen tekemisellä ei ollut mainittavaa vaikutusta.



Kuva 6a. Ojavesien kokonaisfosfori- (P), haihdutusjäännös- (Hj) ja rautapitoisuudet (Fe) valtaojaan tehdyn putkituksen jälkeen tilalla 1.



Kuva 6b. Ojavesien kokonaisfosfori- (P), haihdutusjäännös- (Hj) ja rautapitoisuudet (Fe) ennen ja jälkeen valtaojaan tehdyn putkituksen tilalla 2.



Kuva 6c. Ojavesien kokonaisfosfori- (P), haihdutusjäännös- (Hj) ja rautapitoisuudet (Fe) ennen ja jälkeen valtaojaan tehdyn putkituksen tilalla 3.

Tilanteen tasoituttua putkitustoimenpiteen jälkeen, ei systemaattisia selkeitä eroja voitu havaita eri ravinteiden pitoisuuksissa putkitettujen ojavesien ja avo-ojavesien välillä. Kokonaisfosforipitoisuudet (0,02-0,5 mg/l) olivat keskimäärin samansuuruisia kuin muissakin tutkimuksissa pellolta tulleissa pintavaluntavesissä 0,1-1,0 mg/l ja salaojavesissä (0,02-0,6 mg/l) (Turtola 1999, Turtola & Jaakkola 1987).

Maa-aineksen pitoisuudet olivat yleisesti 0,05-0,42 mg/l. Rautapitoisuudet laskivat normaalille tasolle (0,01-0,2 mg/l) talven aikana.

Putkituksen suorittamisen vaikutus ojavesien typpipitoisuuksiin on epäselvä puuttuvien näyttöiden vuoksi. Vaikutus on kuitenkin ilmeisesti vähäinen. Putkituksella ei ollut vaiku-

tusta veden happamuuteen eikä liukoisen ortofosfaattifosforin pitoisuuteen (leville suoraan käyttökelpoinen fosfori).

Putkituksen suorittaminen eli asennustyö aiheutti jonkin verran lisää ravinnekuormitusta verrattuna koskemattomaan valtaojaan. Oletettavaa on, että varsinkin maa-ainekuormitus olisi suurta ja pitkäaikaista avo-ojan perkauksen jälkeen. Tämä toimenpide suoritettiin vuonna 2002 tilalla 3, mutta koska vuosi oli ennätysmäisen vähäsateinen eikä valuntaa muodostunut (ensimmäinen ja ainoa näyte marraskuussa), ei toimenpiteen vesistövaikutuksista saatu selvyyttä. Ojia joudutaan perkaamaan, koska reunoilta valuu maa-ainesta ojan pohjalle ja ojat täyttyvät maa-aineksesta eivätkä vedä vettä tehokkaasti.

Vuosittaisia kuormituslukuja voi karkeasti arvioida laskentakaavoilla: ravinnekuormitus (kg/ha) = 3 x ravinnepitoisuus vedessä (mg/l). Maa-aineksen huuhtoutuminen kg/ha kuivaa maata = 3000 x maa-ainepitoisuus vedessä (g/l). Kaava perustuu arvioon, että vuosittaisesta sadannasta hiukan vajaa puolet valuu pelloilta pois ja loput haihtuu ilmaan. Tässä tapauksessa valunnan määränä on käytetty 300 mm (Turtola & Jaakkola 1987, kuva s. 17).

4 Yhteenveto

Tulosten perusteella tärkein toimenpide, jolla jokihelmisimpukan elinoloja Pinsiön-Matalusjoessa voidaan parantaa, on valtaojien putkittaminen. Toimenpide aiheuttaa hieman maa-aines-, kokonaisfosfori- ja rautakuormituksen lisääntymistä. Putkitus on niin pysyvä toimenpide, että ojia joudutaan ruoppaamaan monia kertoja yhden putkituksen olemassaoloaikana, jolloin kokonaiskuormitus on moninkertainen verrattuna kertaluonteiseen putkitukseen. Toinen uomaerosion vähentämiskeino olisi ojaluisojien ruohottaminen heti ojan ruoppauksen jälkeen. Näin maa-aines sitoutuu nopeasti. Parhaita heiniä tähän tarkoitukseen ovat punanata, raiheinä, niittyurmikka ja nurmirölli. Hosiaisluoma 1985, ref. Tuusa 1994).

Jokiveden pH:n nostaminen viljelytoimenpiteillä on vaikeaa. Kalkituksella saadaan viljelymaan pH nousemaan, jolloin voidaan olettaa myös valumavesien pH:n nousevan. Kalkki on kuitenkin muokattava heti maahan, jotta se vaikuttaisi peltomaan happamuuteen.

Fosforin huuhtoutumista voidaan vähentää fosforilannoitusta ja eroosiota vähentämällä. Rinnepeltoja viljeltäessä olisi hyvä ottaa huomioon, että karjanlannan ja väkilannoitteiden ravinteet ovat herkästi pintavalunnan mukana huuhtoutuvia, jos ne levitetään pintaan. Tämä sisältää myös laidunnuksen.

Typen huuhtoutumisen kannalta suurimman riskin näyttää muodostavan varhaisperunan viljely. Peruna korjataan pelloilta aikaisin pois, jolloin ravinteet ovat alttiina huuhtoutumiselle. Ruis toimii kohtalaisen hyvin pyydyskasvina ja siitä saa myös satoa seuraavana vuonna. Ristikukkaiset kasvit ovat osoittautuneet tehokkaiksi pyydyskasveiksi Keski-Euroopassa. Myös ohra ja vehnä sekä esim. hunajakukka ottavat tehokkaasti typpeä heti oras- ja taimivaiheessa. On huomattava, ettei pyydyskasvia lannoiteta syksyllä.

Vaikka karjanlantaä käytettäessä muokkauskerroksen typpimäärä nousi korkeaksi, ei huuhtoutumisesta ollut havaittavissa merkkejä. Erittäin apilapitoinen hyvin kasvava puna-apilaturmi voi tuottaa tyypeä runsaasti, mutta jos nurmesta korjataan kaksi satoa, ei merkittävää typen huuhtoutumisriskiä näyttäisi syntyvän. Tulosten perusteella kevennetty muokkaus kynnon sijaan vähentää myös typen huuhtoutumisriskiä.

Typpilannoituksen vähentäminen ja apilan käyttö eivät näillä tiloilla vaikuttaneet selkeästi typen huuhtoutumisriskiin. Vaikutus satomääriin oli kuitenkin mielenkiintoinen, sillä lannoituksen vähentäminen saattoi jopa lisätä nurmisatoja. Pieni mahdollisuus tietysti on, että näytteenotto on sattunut vähemmän edustavaan kohtaan ruutua, mikä on erittäin mahdollista, kun näytteet otetaan pienellä kehikolla suurelta ruudulta.

5 Kirjallisuus

- Esala, M. 1991. Split application of nitrogen: effects on the protein in spring wheat and fate of ¹⁵N-labelled nitrogen in the soil-plant system. *Annales Agriculturae Fenniae* 30: 219–309. (Diss.)
- Jansson, H., Yli-Halla, M., Tuhkanen, H-R. 2002. Laidunalueiden fosfori ja kalium. In: Toim. Anneli Hopponen. Maataloustieteen päivät 2002. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja 18. (Verkkajulkaisu). <http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenseura/julkaisut/esit/36jansson.pdf>. ISBN 951-9041-46-X
- Kristensen, E. S., Høgh-Jensen, H. & Kristensen, I. S. 1995. A simple model for estimation of atmospherically-derived nitrogen in grass-clover systems. *Biological Agriculture and Horticulture* 12: 263-276.
- KTTK. 2002. Luonnonmukainen maatalous 2001 – Tilastoja. KTTK:n julkaisuja. B2 Luomutuotanto. 1/2002. 50s. ISSN 1455-4496.
- Känkänen, H., Hiivola, S-L & Heikkilä, R. 1989. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 16/89. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 39s.
- LECO Corporation. 1998. Instrumentation for characterization of organic/inorganic materials and microstructural analysis. CN-2000 instruction manual. Version 4.0. LECO Corp., St. Joseph, MI, USA.
- Nykänen, A., Granstedt, A., Laine, A., Kunttu, S. 2000. Yields and clover contents of leys of different ages in organic farming in Finland. *Biological agriculture & horticulture* 18, 1: p. 55-66.
- Turtola, E. 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. Agricultural Research Centre of Finland. Institute of Crop and Soil Science. Dissertation. 108s. ISBN 951-729-555-3.
- Turtola, E. & Jaakkola, A. 1987. Viljelykasvin vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983-1986. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 22/87. 34s.
- Turtola, E. & Jaakkola, A. 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 6/85. 43s.
- Turtola, E. & Pitkänen, J. 1998. A rainfall simulation study on P losses from a clay soil under different tillage conditions. In: red. Gunilla Agerlid . Phosphorus balance and utilization in agriculture - towards sustainability, Seminarium den 17-19 mars,1997. Kungl. skogs- och lantbruksakademiens tidskrift 135, 7: 209-217.

- Tuusa, T. 1994. Pelto-ojauomien sortumisen estäminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Vesi- ja ympäristötekniikan laitos. Erikoistyö. 18 s. + 9 taulukkoa.
- Uusi-Kämpä, J. & Kilpinen, M. 2000. Suojakaistat ravinnekuormituksen vähentäjänä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 83: 49 p. + 2 app.
- Vuorinen, J. & Mäkitie, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeological Publications* 63: 1–14.
- Väisänen, J. 2000. Biological nitrogen fixation in organic and conventional grass-clover swards and a model for its estimation. University of Helsinki. Department of Plant Production. Section of Crop Husbandry. Licentiate's thesis. 42 p.
- Yli-Halla, M., Hartikainen, H., Väätäinen, P. 2002. Depletion of soil phosphorus as assessed by several indices of phosphorus supplying power. *European Journal of Soil Science* 53: 431-438.

6 Liitteet

Liite 1

Tiloilla suoritettavat kokeiltavat viljelytoimenpiteet eri vuosina sekä ruutunumerot, joilla ne suoritettiin.

Pelto	Ruutu	1997	1998	1999	2000	2001
1/3	1	multava maa				
1/3	2	kivennäismaa		virnaviherlannoitus		
1/3	3	kivennäismaa				
1/3	4	multava maa		nurmiviherlannoitus		
2/3	5	kalkitus		2v. nurmi + kev. muokkaus	kev. muokkaus	
2/3	6	kalkitus	1v. nurmi	kev. muokkaus	kev. muokkaus	
2/3	7	ei kalkitusta	1v. nurmi	kyntö	kyntö	
2/3	8	ei kalkitusta		2v. nurmi + kyntö	kyntö	
1/2	9	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus
1/2	10	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus
2/2	11		heinänurmi, norm. lann.	heinänurmi, norm. lann.	heinänurmi, norm. lann.	heinänurmi, norm. lann.
2/2	12		apilanurmi, 60% lann.	apilanurmi, 60% lann.	apilanurmi, 60% lann.	apilanurmi, 60% lann.
3/2	13	kalkitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus
3/2	14	ei kalkitusta	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus
4/2	15		väkilann.	väkilann.	nurmi, norm. lannoitus	nurmi, norm. lannoitus
4/2	16		karjanlanta	karjanlanta	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus	nurmi, $\frac{3}{4}$ lannoitus
1/1	17			kaura/ $\frac{3}{4}$ lann.	peruna, $\frac{3}{4}$ lann.	kaura, $\frac{3}{4}$ lann.
1/1	18			kaura, normaali lann.	peruna, normaali lann.	kaura, normaali lann.
2/1	19		ohra, $\frac{5}{4}$ N ja $\frac{3}{4}$ P lann.	ohra, $\frac{3}{4}$ P-lann	kaura, $\frac{3}{4}$ P-lann	
2/1	20		ohra, normaali, lann.	ohra, normaali lann.	kaura, normaali lann.	
3/1	25			tavanom. kaura	tavanom. kaura	tavanom. peruna
3/1	26			luomukaura	luomunurmi	luomuperuna
4/1	27				peruna	
4/1	28				peruna + ruis	

Liite 2.

Sadot tiloilla kokeiluvuosina 1998-2001.

Ruutu	Kasvi 1998	Kasvi 1999	Kasvi 2000	Kasvi 2001	Sato 1998	Sato 1999	Sato 2000	Sato 2001
1	Nurmi	Ohra	Vehnä	Kaura	5 371	2 030	3 420	3 290
2		Virna	Vehnä	Kaura		4 250	3 000	3 110
3	Nurmi	Peruna	Vehnä	Kaura	4 647		2 380	2 830
4	Nurmi	Nurmi	Vehnä	Kaura		2 710	3 950	2 760
5	Nurmi	Nurmi	Ruis+virna	Kaura	7 987	4 200	3 660	3 720
6	Nurmi	Ohra	Ruis+virna	Kaura	11 616	1 430	3 330	3 460
7	Nurmi	Ohra	Ruis+virna	Kaura	3 927	1 580	3 160	3 030
8	Nurmi	Nurmi	Ruis+virna	Kaura	6 685	3 630	2 470	3 450
9	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	1 909	1 950	3 380	
10	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	2 166	3 180	3 140	4 900
11	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	2 778	5 940	7 260	7 650
12	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	2 854	6 340	5 398	5 940
13	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	6 339	2 210	6 250	7 880
14	Nurmi	Nurmi	Nurmi	Nurmi	5 376	5 460	6 890	7 350
15	Kaura	Kaura	Nurmi	Nurmi	1 604	1 440	4 090	6 620
16	Kaura	Kaura	Nurmi	Nurmi	2 198	1 780	4 410	7 330
17	Peruna	Kaura	Peruna	Kaura		5 240		5 280
18	Peruna	Kaura	Peruna	Kaura		5 230		7 280
19	Ohra	Ohra	Kaura	Ohra	4 586		5 690	4 430
20	Ohra	Ohra	Kaura	Ohra	4 471	3 870		
25		Kaura	Kaura	Peruna		410	5 700	
26		Kaura	Nurmi	Peruna		710	3 750	
27			Peruna	Kaura				3 730
28			Peruna	Ruis				4 440

MTT:n selvityksiä -sarjassa ilmestyneet julkaisut

Ympäristö

- 28 Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla. *Nykänen*. 23 s. + 2 liitettä. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts28.pdf>)
- 11 Ympäristö ja eettisyys elintarviketuotannossa – todentamisen ja tuotteistamisen haasteet. *Seppälä ym.* 72 s. Hinta 20,00 euroa.

Kasvintuotanto

- 26 Mansikan lajikekokeet käytännön viljelmillä. Kokeiden perustaminen 1999 ja satovuosien 2000, 2001 ja 2002 tulokset. *Matala ym.* 33 s. Hinta 15,00 euroa.
- 22 Viljalajikkeiden taudinalttius virallisissa lajikekokeissa 1995-2002. *Kangas ym.* 34 s. Hinta 15,00 euroa.
- 9 Viljalajikkeiden taudinalttius virallisissa lajikekokeissa 1991-2001. *Kangas ym.* 45 s. Hinta 15,00 euroa.
- 8 Hukkakaura. *Jalli & Paju*. 30 s. Hinta 15,00 euroa.

Talous

- 25 Joulukinkun ekotehokkuus - tavanomaisen ja luonnonmukaisen tuotannon ekologinen selkäreppu sekä energiakulutus Etelä-Suomessa ja Tanskassa. *Aro-Heinilä*. 82 s. Hinta 20,00 euroa.
- 24 Perunantuottaja vähittäis- ja tukkukaupan tavarantoimittajana. *Kuorikoski*. 57 s.+ 4 liitettä. Hinta 20,00 euroa.
- 20 Maatalous menestyy, maaseutu menettää?: tapaustutkimus Etelä-Pohjanmaan maataloudesta. *Mustakangas*. 66 s. Hinta 20,00 euroa.

Teknologia

- 23 Esiselvitys kotieläintalouden ympäristökuormitusta vähentävien menetelmien ja tekniikoiden kustannuksista ja tehokkuudesta. *Kallioniemi*. 51 s. + 2 liitettä. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts23.pdf>)
- 17 Pihaton lypsyjärjestelmät. *Manninen ym.* 53 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts17.pdf>).
- 16 Parsinavetan lypsykone: Hankitaanko uusi vai korjataanko vanhaa? *Manninen & Nyman*. 10 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mmts/pdf/mmts16.pdf>)

Verkkojulkaisut osoitteessa www.mtt.fi/mmts

