

*M a a t a l o u d e n
t u t k i m u s k e s k u k s e n
j u l k a i s u j a*

S A R J A A

43

*Terhi Suojala
Raili Pessala*

Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät

Tutkimusohjelman loppuraportti

Terhi Suojala ja Raili Pessala (toim.)

Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät

Tutkimusohjelman loppuraportti

Sustainable production of high-quality vegetables

Report of research programme

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-525-1

ISSN 1238-9935

Copyright

Maatalouden tutkimuskeskus

Terhi Suojala ja Raili Pessala

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

Maatalouden tutkimuskeskus, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 7502, telekopio (03) 418 8339

Painatus

Vammalan Kirjapaino Oy, 1998

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Tiivistelmä

Avainsanat: avomaanvihannekset, integroitu viljely, kasvinsuojelu, rikkakasvit, sisäinen laatu, taloudellisuus, tubolaiset, typpi, varastointi

Laatuvihanneesten hyvät viljelymenetelmät -tutkimusohjelman tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa, jolla avomaanvihanneesten laatua voidaan parantaa ja viljelyn ympäristöystävällisyyttä lisätä. Tarkoituksena oli erityisesti luoda tutkimustietoa integroidun viljelyn tarpeisiin. Tutkimuksen osa-alueita olivat vihannespeltojen typpikierto, kasvinsuojelu, vihanneesten laatu ja tuotannon taloudellisuus. Tutkimuksen lisäksi kehitettiin tiedonhallintaa ja -siirtoa.

Typpikiertoa käsitellessä osuudessa tarkasteltiin vihanneesten satoonsa ottaman typen määrää ja typenoton rytmia. Lisäksi kehitettiin menetelmiä kaalipellon typpihävikin minimointiin. Tuholaistutkimuksessa luotiin alueellisia ja valtakunnallisia tarkailupalveluita ja tiedonsiirtojärjestelmiä sekä laadittiin mallit porkkana- ja kaalikärpäsen riskinarviointiin. Ajantasaiset tuholaistenusteet otettiin osaksi Agronet-palveluja. Rikkakasvitutkimuksissa keskityttiin torjunta-aineiden käyttömäärien vähentämiseen ja liekityksen kehittämiseen kemiallisen rikkakasvien torjunnan vaihtoehdoksi.

Tulosten mukaan hyvissä ruiskutusoloissa torjunta-ainemääriä voidaan vähentää ja liekitys voi olla jopa kemiallista torjuntaa taloudellisempaa. Laatututkimukset osoittivat, että typpilannoituksen vähentämisestä ei ole haittaa vihanneustuotteiden sisäiselle laadulle, mutta kastelun vaikutusta sisäiseen laatuun on syytä tutkia vielä lisää. Sädönkorjuuajan vaikutus vihanneesten, erityisesti porkkanan, varastokestävyyteen osoittautui erittäin merkittäväksi. Taloustutkimuksessa ei havaittu selviä viljelytavan johtuvia kustannuseroja eri viljelymenetelmissä, mutta kustannukset vaihtelivat huomattavasti kasveittain ja tiloittain.

Tulosten perusteella laadittiin jo ohjelman kuluessa IP-tuotanto-ohjeet teollisuuden sopimusviljelyyn. Lisäksi tutkimustietoa käytettiin laadittaessa vihanneviljelyn ympäristötuen ehtoja. Lohkokohtaisen tiedonhallinnan kehittäminen loi valmiudet laajaan tiedonkeruuseen, jota voidaan jatkossa hyödyntää koko tuotantoketjun kehittämisessä ja tutkimuksessa.

Suojala, T.¹⁾ & Pessala, R.¹⁾ 1998. Sustainable production of high-quality vegetables. Report of research programme. Publications of Agricultural Research Centre of Finland. Serie A 43. Jokioinen: Agricultural Research Centre of Finland. 96 p. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-525-1.

¹⁾ Agricultural Research Centre of Finland, Plant Production Research, Horticulture, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö, terhi.suojala@mtt.fi, raili.pessala@mtt.fi

Abstract

Key words: economy, field vegetables, integrated production, internal quality, nitrogen, pests, plant protection, storage, weeds

The aim of the research programme was to produce data for improving the quality of field vegetables and promoting the environmental sustainability of their production. A major objective was to develop the integrated production (IP) of vegetables. Areas of research were the nitrogen cycle in vegetable fields, plant protection, vegetable quality and cost-effective production. Data management and transfer were also developed.

Studies on the nitrogen cycle determined nitrogen uptake and the rhythm of the uptake of different vegetables. Furthermore, methods for reducing nitrogen leaching in cabbage fields were developed. In pest research, regional and national monitoring and data management systems were created, and models for assessing the risk of carrot and cabbage flies were elaborated. Weed research concentrated on reducing the usage of herbicides. Results showed

that, under good spraying conditions, rates of herbicides can be reduced and that flaming can be even cheaper than chemical weed control. Quality analyses indicated that reducing the rates of nitrogen fertilization does not disturb the inner quality of vegetables but the effect of irrigation requires further study. Timing of harvest had a marked effect on the storability of vegetables, carrot in particular. Economical studies found no differences in costs between different production methods but substantial differences between farms and plants.

The results were applied in the course of the programme to create guidelines for IP in contract production for the processing industry. The results were also used in formulating the regulations for the Farm Environment Management Programme. Field-specific data management provided a basis for the collection of data to serve R & D in the whole production chain.

Alkusanat

Vuonna 1993 käynnistyi Maatalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) Laatuvihanneksen hyvät viljelymenetelmät -tutkimusohjelma, jonka tavoitteena oli tuottaa tietoa avomaanvihanneksen laadun parantamiseksi ja viljelyn ympäristöystävällisyyden parantamiseksi. Lisäksi pyrittiin selvittämään hyvien viljelymenetelmien vaikutusta tuotannon taloudelliseen tulokseen.

Vuosina 1993–97 toteutettuun, VIVI-ohjelmalla tunnettuun tutkimukseen osallistuivat MTT:n kasvinuojelun, puutarha- ja kasvintuotannon, elintarvike- sekä maatalousteknologian yksiköt ja Hämeen ja Satakunnan tutkimusasemat. Mukana olivat myös Helsingin yliopiston kasvintuotantotieteen ja maa- ja kotitalousteknologian laitokset, Pyhäjärvi-instituutti, VTT bio- ja elintarviketekniikka, Työtehoseura ry sekä puutarha-alan yrittäjät. Ohjelman tutkimusryhmään kuuluivat tutkimusvastaavat ja eri projekteissa työskentelevät tutkijat. Ryhmä pohdiskeli yhdessä ajankohtaisia tutkimusongelmia 3–4 kertaa vuodessa.

VIVI-tutkimuksiin käytettiin runsaat 8 miljoonaa markkaa, josta pääosa oli MTT:n rahoitusta. Maa- ja metsätalousministeriön maatilatalouden kehittämisrahastosta saa-

tiin kolmeen projektiin yhteensä noin 2,2 miljoonaa markkaa. MTT:n erillisrahoitusta ohjelma sai runsaat puoli miljoonaa markkaa neljälle vuodelle jakautuneena. Pyhäjärvi-instituutti koordinoi taloustutkimuksen, jonka rahoitus oli 0,6 miljoonaa markkaa. Eri yhteistyötahoilta saatiin ulkopuolista rahoitusta 0,8 miljoonaa markkaa ja saman summan arvosta työpanosta ja tiloja tutkimuksen käyttöön.

Tutkimuksen tuloksia päästiin soveltaamaan heti käytäntöön mm. teollisuuden sopimusviljelyssä aluksi yhteistyössä Saarioisten Säilyke Oy:n kanssa. Lännen Tehtaat Oy:n kanssa on meneillään vuosina 1997–1999 koulutushanke, jota Pyhäjärvi-instituutti koordinoi hyödyntäen VIVI-tutkijoiden osaamista.

Esitämme lämpimät kiitoksemme kaikille tutkimukseen osallistuneille. Erityiskiitoksemme saavat Lännen Tehtaat Oy, Saarioisten Säilyke Oy, Kotimaiset Kasvikset ry, Huittisten ammatti- ja yrittäjäopisto sekä suuri joukko viljelijöitä, jotka antoivat mahdollisuuden tehdä kokeita omilla pelloillaan.

Elokuussa 1998

Kirjoittajat

Sisällys

| | |
|---|----|
| Tiivistelmä | 3 |
| Abstract | 4 |
| Alkusanat | 5 |
| Johdanto | 7 |
| Vihanneslohkojen typpikierron optimointi | 9 |
| <i>Salo, T.</i> Typen hyväksikäyttö avomaan vihannesviljelyssä | 11 |
| <i>Salo, T., Raiskio, S. & Aaltonen, M.</i> Kaalipellon syysmuokkaus ja kerääjäkasvit | 18 |
| Avomaanvihannesten integroitu kasvinsuojelu | 25 |
| <i>Kallela, M., Ketola, J., Taivalmaa, S.-L. & Tiilikkala, K.</i> Porkkanakemпин tarkkailu ja torjunnan kynnsarvot | 27 |
| <i>Tiilikkala, K., Vasarainen, A., Markkula, I. & Aaltonen, M.</i> Tuholaisten kauko- levinnän seuranta ja tarkkailu | 34 |
| <i>Tiilikkala, K., Ojanen, H., Widbom, T. & Rantanen, O.</i> Avomaanvihannesten tuholaisennusteet ja tarkkailutietokannat | 40 |
| <i>Kallela, M. & Laivonen, A.</i> Tuholaistarkkailua satakuntalaisilla vihannestiloilla | 49 |
| <i>Jaakkola, S. & Salonen, J.</i> Annosta tarkentamalla rikkakasvien torjunta-ainekustan- nukset ja ympäristön kuormitus kevenevät | 51 |
| <i>Vanhala, P., Rakkonen, J., Kaila, E. & Talvitie, H.</i> Rikkakasvit voi torjua myös liekittämällä | 62 |
| Kasvien sisäinen laatu ja varastokestävyys | 71 |
| <i>Evers, A.-M.</i> Kasvien sisäiseen laatuun vaikuttavat tekijät | 73 |
| <i>Suojala, T. & Pessala, R.</i> Viljelytoimien vaikutus avomaanvihannesten satoon ja varastokestävyyteen | 77 |
| <i>Stenberg, M.</i> Avomaan vihannesviljelyn talous – eri tuotantotapojen vertailu | 85 |
| Yhteenveto | 91 |
| Julkaisut | 93 |

Johdanto

Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät -tutkimusohjelma (VIVI) käynnistyi vuonna 1993 tilanteessa, jossa koko elintarvikehuolto valmistautui poikkeuksellisen nopeaan ja arvaamattomaan muutokseen. EU:n ja Suomenkin maatalouspolitiikan suuntaa ja vaikutuksia koskevia tietoja oli vähän. Vihannestuotannossa oltiin varautumassa tuottajahintojen laskuun sekä kilpailuun halpatuontia vastaan. Erityisesti tarvittiin tietoa, jota voitaisiin hyödyntää etsittäessä kustannussäästöjä ja parannettaessa kotimaisen tuotannon kilpailukykyä.

Ympäristöasioissa vallinnut mielipideilmasto tuotti myös lisäpaineita tuotannon kehittämiseen. Kestävän kehityksen periaatteisiin pohjautuneiden tavoiteohjelmien vauhdittamana alettiin Suomessakin suunnitella ympäristötuen ohjeita tiloille uskoen, että tuotannon ympäristöhaitat voidaan eliminoida ohjeistamisen, valvonnan ja niihin sidotun tuen avulla. Pikavauhdilla laadittujen ehtojen pohjaksi tarvittavaa tietoa puuttui kaikilta tahoilta. Erityisesti kaivattiin tietoa lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytöstä ja käytön minimoinnin mahdollisuuksista.

Viljelyn kehittämisestä päävastuun kantaneet maatilayrittäjät joutuivat sovittamaan yhteen ekologisen ja ekonomisen kestävyuden vaatimukset. Uusia vaihtoehtoja olivat mm. siirtyminen luonnonmukaiseen viljelyyn tai sitoutuminen IOBC:n (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) määrittelemään integroituun viljelyyn (IP). Kotimainen vihannesealan elintarviketeollisuus päätti kehittää sopimusperiaista viljelyttämistä IP-tuotannon periaatteiden mukaisesti. Tässä tilanteessa myös VIVI-tutkimusryhmän yhdeksi keskeisimmäksi tavoitteeksi otettiin IP-viljelyn tukeminen tutkimuksen keinoin. Samalla tutkimus "tuli ulos kuorestaan" ja sitoutui vahvasti tuotantoketjujen kehittämiseen "pellolta pöytään" ulottuneella laatuajattelulla.

Myös kuluttajien laatuksitykset olivat muuttumassa nopeasti. Ulkoisen laadun ohella vihannesten sisäisellä laadulla ja sitä koskevalla tiedolla oli yhä suurempi kysyntä. Viljelytapojen ekologisuuden merkitys osana lopputuotteen laatua kasvoi. Uudenlaisen laatuajattelun edellyttämä tiedontarve oli suuri ja muodosti toisen keskeisen tavoitealueen koko VIVI-ohjelman ajan. Ketjukohtaisten laatuajattelujen edellyttämä tiedonhallinnan ja -siirron tarve kasvoi myös nopeasti. Oli ilmeistä, että lohkokohtaisista tuotantotiedoista ja niiden siirrosta läpi koko elintarvikeketjun tulee toiminnan kehittämisen perusta. Paikkatietojärjestelmän hyödyntäminen IP-laatuotannossa muodosti kolmannen tärkeän kehittämisaikana erityisesti VIVI-tutkimusten loppuvaiheessa.

VIVI-tutkimusohjelma jakautui neljään osa-alueeseen: vihannespeltojen typpikierto, kasvinsuojelu, vihannesten laatu ja tuotannon taloudellisuus. Eri osa-alueiden tavoitteet olivat:

1. Tuottaa tietoa vihannesten ottamista typpimääristä eri satotasoilla, typenoton rytmistä ja typen jakautumisesta satoon ja pellolle jääviin osiin. Tavoitteena oli lisäksi selvittää syysmuokkauksen ja kerääjäkasvien vaikutusta typen huuhtoutumisriskiin.
2. Kehittää avomaan vihannesviljelyn integroitua kasvinsuojelua sekä luoda valtakunnallisia ja alueellisia tarkkailupalveluita. Keskeisenä tavoitteena oli myös ottaa käyttöön nykyaikainen tiedonhallinta ja nopea tiedonvälitysteknologia.
3. Selvittää viljelytekniikan vaikutusta kasvisten sisäiseen laatuun sekä kasvuolojen ja sadonkorjuuajan vaikutusta tuotteiden laadun säilymiseen varastossa.
4. Selvittää eri viljelymenetelmien vaikutusta tuotannon taloudellisuuteen.

Tässä raportissa julkaistaan 11 VIVI-tutkimuksen tuloksia käsittelevää kirjoitusta. Lopussa on luettelo tärkeimmistä tutkimuksen kuluessa ilmestyneistä julkaisuista.

Vihanneslohkojen typpikierron optimointi

Typen hyväksikäyttö avomaan vihannesviljelyssä

Tapio Salo

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, tapio.salo@mtt.fi

Tavoitteena oli selvittää keräkaalin, porkkanan ja sipulin ottamat typpimäärät eri satotasoilla, typen jakautuminen satoon ja pellolle jääviin kasvin osiin sekä typenoton rytmi. Lisäksi tutkimuksessa verrattiin typen hajalevityksen tai sijoittamisen vaikutusta kasvuun ja typenottoon.

Keräkaali ja sipuli tarvitsivat yhtä satoonnia kohden 3,5 kg/ha tyyppiä ja porkkana 1,5 kg/ha. Sipulin ja keräkaalin nopea typenotto alkoi noin kuukauden kuluttua is-

tutuksesta. Porkkanan nopean typenoton vaihe alkoi vasta noin kahden kuukauden kuluttua kylvöstä.

Koekasvien typen hyväksikäyttö oli yleensä hyvä. Lannoitustasot eivät olleet liian suuria, mikä olisi vähentänyt typen hyväksikäyttöä. Mikäli satotaso jäi alhaiseksi, kuten vuoden 1994 sipulikokeessa, typen hyödyntäminen heikkeni ja maan liukoisen typen määrä oli korkea sadonkorjuun jälkeen.

Avainsanat: keräkaali, lannoitusmenetelmät, pintalannoitus, porkkana, sijoituslannoitus, sipuli, typen kierto, typpi, typpilannoitus

Nitrogen use efficiency on vegetable fields

Abstract

Field experiments were conducted to determine the effect of band placement and the rate of nitrogen (N) on the growth response, N uptake and N use efficiency of cabbage, carrot and onion.

A yield of 1 t/ha yield required 3.5 kg/ha N for cabbage and onion but only 1.5 kg/ha N for carrot. The rate of N uptake was low in all crops in early summer. N uptake in-

creased in cabbage and onion 1 month after sowing but in carrot 2 months after sowing.

The apparent recovery of N was good in all crops. Fertilizer rates were low enough to prevent a decrease in apparent recovery values. When the yield was low, as it was for onion due to the warm July in 1994, N use efficiency decreased, and soil mineral N was high after harvest.

Key words: application methods, band placement, broadcasting, cabbage, carrot, fertilization, nitrogen, nutrient uptake, onion

Johdanto

Typpi on olennainen kasvinravinne hyväta-soisen ja -laatuisen sadon tuottamisessa. Kasvin typpiravitsemuksen optimointi on tärkeää, koska liian runsas lannoitus voi heikentää sadon laatua ja käyttämättä jäänyt typpi kuormittaa huuhtoutuessaan vesistöjä (Neeteson 1995, Rekolainen & Leek 1996). Lannoitteena annetun typen mahdollisimman korkea hyväksikäyttö onkin sekä viljelijän että ympäristön etu. Typen näennäinen hyväksikäyttö lasketaan seuraavasti:

$$\text{tyypin hyväksikäyttö} = \frac{\text{Lannoitetun kasvuston typenotto (kg/ha)} - \text{Typpilannoittamattoman kasvuston typenotto (kg/ha)}}{\text{Typpilannoitus (kg/ha)}} \times 100\%$$

Vihannesten typen hyväksikäyttö on vaihdellut 6 ja 79 %:n välillä (Greenwood et al. 1989). Myös yli 100 %:n tuloksia, joissa lannoitettu kasvusto on selkeästi hyödyntänyt maan typpivarjoja, on havaittu (Sørensen 1996). Typen sijoittamista esitetään usein yhtenä keinona parantaa typen hy-

väksikäyttöä. Everaarts (1993) arvioi sijoituslannoituksen olevan edullisinta, kun yksittäisten kasvien väliset etäisyydet ovat suuria, kasvukausi on lyhyt ja maan viljavuus on alhainen.

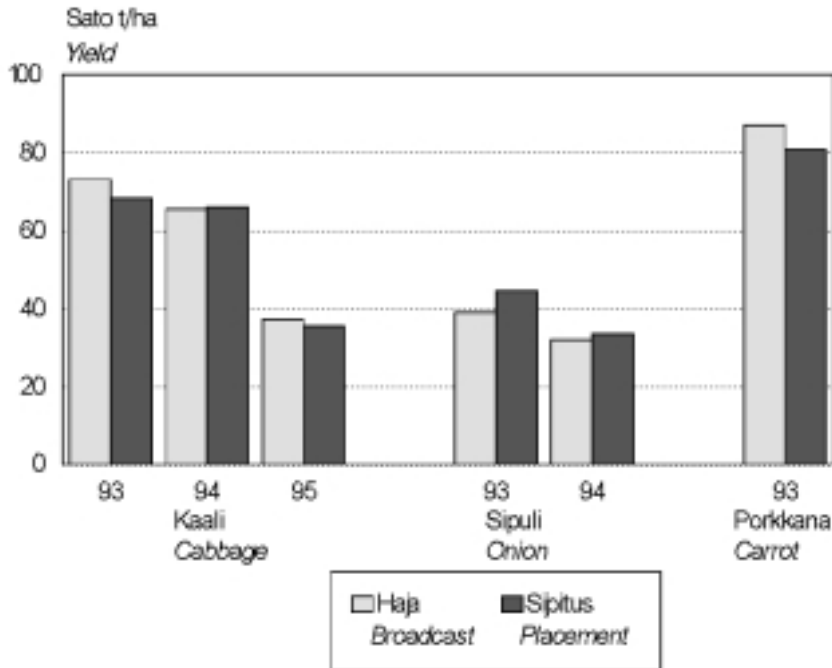
Aineisto ja menetelmät

Vuosina 1993–1995 Jokioisissa tehtiin kenttäkokeet keräkaalilla, porkkanalla ja sipulilla (Taulukko 1). Kasvustonäytteistä mitattiin kasvien kuiva-ainetuotanto ja typenotto. Maanäytteistä mitattiin maan liukoisen typen määrä kuukauden kuluttua lannoituksesta ja sadonkorjuun jälkeen. Maalaji oli multavaa hietaa lukuunottamatta vuoden 1993 keräkaalikoetta, jossa maalaji oli hietasavea.

Typpi sijoitettiin sipulille yhteen riviin, 5 cm istukasrivin sivuun ja 10 cm:n syvyyteen. Kaalille typpi sijoitettiin kahteen riviin, 6 cm taimen sivuun, 12 cm:n syvyyteen. Porkkanalle typpi sijoitettiin harjun keskelle, noin 15 cm:n syvyyteen. Hajalevitetty typpi ja muut ravinteet sekoitettiin tasaisesti muokkauskerrokseen, jonka syvyys oli kaalilla 8 cm, porkkanalla 20 cm ja sipulilla 5 cm.

Taulukko 1. Kenttäkokeiden käsittelyt, kasvutiheydet, perustamis- ja sadonkorjuupäivämäärät.
Table 1. *Experimental details.*

| Koekasvi ja vuosi <i>Crop and year</i> | Typpilannoitus <i>N rate</i> kg/ha | Levitystapa <i>Method of application</i> | Kasvutiheys <i>Plants/ha</i> kpl/ha | Istutus/kylvö <i>Sowing date</i> | Sadonkorjuu <i>Harvest date</i> | |
|---|--|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Kaalii <i>Cabbage</i> | 1993 | 0, 125, 188, 250 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 67 000 | 25.05. | 07.09. |
| | 1994 | 0, 80, 120, 160 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 44 000 | 01.06. | 07.09. |
| | 1995 | 0, 160 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 50 000 | 16.06. | 03.10. |
| Porkkana <i>Carrot</i> | 1993 | 0, 30, 70, 100 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 730 000 | 04.05. | 01.10. |
| | 1994 | 0, 30, 70, 100 | - | 785 000 | 06.05. | 30.09. |
| | 1995 | 0, 70 | - | 290 000 | 10.05. | 06.10. |
| Sipuli <i>Onion</i> | 1993 | 0, 30, 70, 100 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 356 000 | 11.05. | 17.08. |
| | 1994 | 0, 30, 70, 100 | sijoitus/haja <i>placement/broadcast</i> | 356 000 | 10.05. | 23.08. |
| | 1995 | 0, 70 | - | 356 000 | 30.05. | 29.08. |



Kuva 1. Typen sijoittamisen ja hajalevityksen vaikutus keräkaalin, porkkanan ja sipulin satotasoon. Satotasot on laskettu kolmen typpilannoitustason keskiarvoina.

Figure 1. Effect of band placement and broadcasting of N on yields of cabbage, carrot and onion. Yield averaged over three fertilizer N rates.

Kasvustonäytteistä määritettiin kokonaistyyppi Kjeldahl-menetelmällä. Maan liukoinen typpi uutettiin kaliumkloridilla, jonka jälkeen ammonium- ja nitraattityppi määritettiin kolorimetrisesti autoanalysaattorilla.

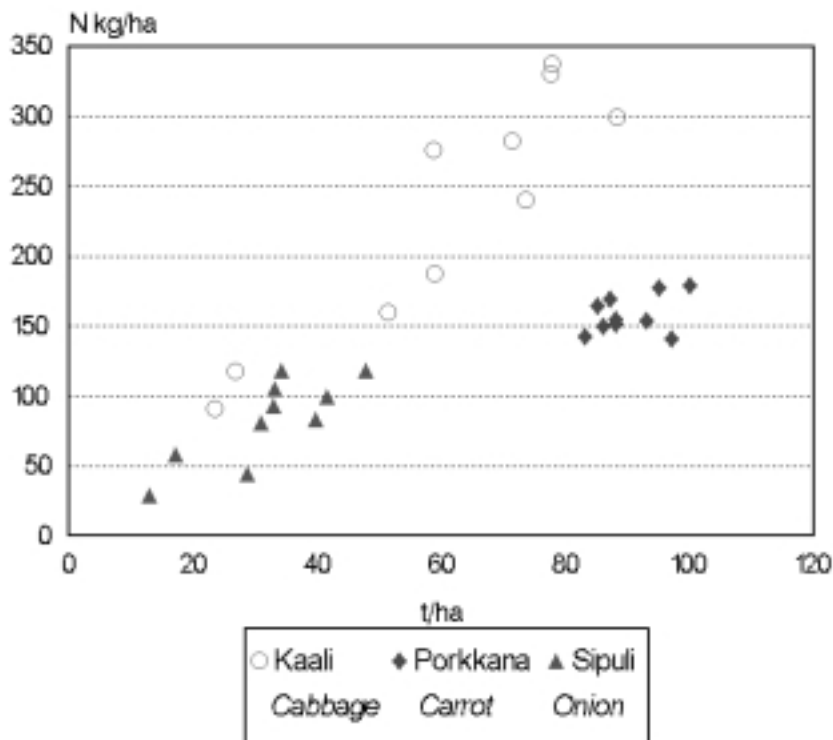
Typen sijoittamisesta ei ollut selvää hyötyä

Typen sijoittaminen lisäsi sipulin kasvua ja satoa vuonna 1993 (Kuva 1). Toisaalta typen sijoittaminen heikensi keräkaalin kasvua ensimmäisen kasvukuukauden aikana, ja myös satotaso oli sijoituksessa alempi kuin hajalevityksessä vuonna 1993. Kuu-kauden kuluttua typpilannoituksesta lannoitetyppi sijaitti edelleen lähellä lannoitus-

nauhaa. Keräkaalin taimi ei ilmeisesti pystynyt hyödyntämään riittävän nopeasti yli 7 cm:n etäisyydelle sijoitettua typpeä.

Typenotto lisääntyi satotason noustessa

Kenttäkokeista kerätystä aineistosta havaitaan kasvuston sisältämän typpimäärän ja satotason välinen suhde. Satotason noustessa kasvuston tarvitsema typpimäärä lisääntyy (Kuva 2). Keräkaalin ja sipulin yhtä satotonna varten kasvustoonsa ottama typpimäärä oli keskimäärin 3,5 kg, mutta porkkanan tarvitsema typpimäärä oli vain 1,5 kg. Keräkaalin ottamasta tyypestä lähes puolet oli peltoon jäävissä kasvinosissa. Sipulin ja porkkanan peltoon jäävissä kasvin-



Kuva 2. Keräkaalin, porkkanan ja sipulin satotason ja maanpäällisen kasvuston sisältämän typpimäärän suhde vuosina 1993–1995.

Figure 2. Yield and total N at harvest in 1993–1995.

osissa oli typpeä noin 30 % kokonaistypenotosta. Koska tässä kokeessa typpipitoisuus analysoitiin heti naattien kaaduttua, ravinteita ei ehtinyt siirtyä naateista sipuliosaan.

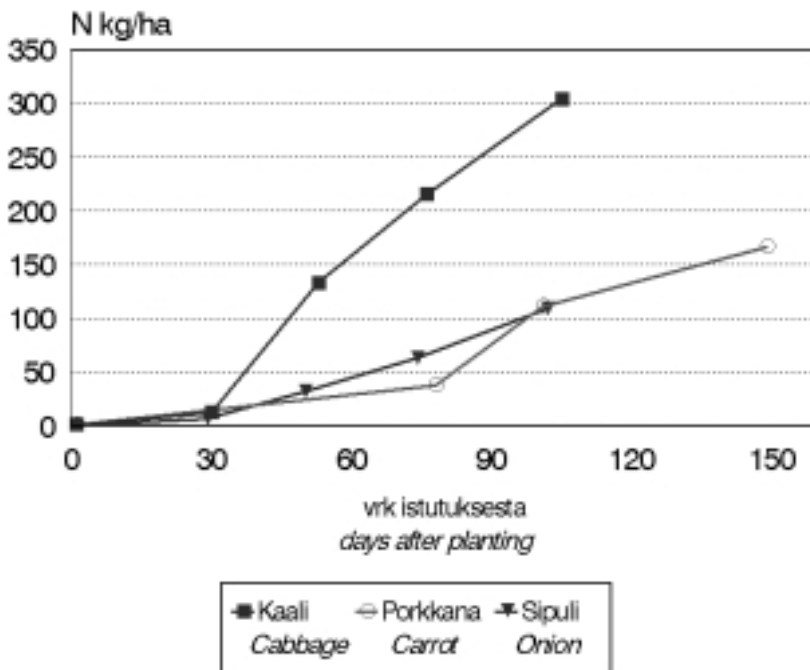
Toukokuun alussa kylvetty porkkana otti runsaasti typpeä vasta heinäkuun alusta lähtien. Tämän jälkeen porkkanan kasvu ja typenotto jatkuivat syyskuun loppuun asti.

Typenotto hidasta ensimmäisen kasvukuukauden aikana

Toukokuun puolivälissä istutettu sipuli aloitti kesäkuun lopulla nopean typenoton, joka jatkui elokuun puolivälin sadonkorjuuseen asti (Kuva 3). Kesäkuun alussa istutettu syyskaalilajike alkoi ottaa voimakkaasti typpeä heinäkuun alussa, ja otto jatkui nopeana syyskuun alun sadonkorjuuseen asti.

Maan orgaanisen typen vapautuminen runsasta

Kokeet tehtiin multavalla hiedalla, josta vapautui koevuosien aikana runsaasti typpeä. Lannoittamaton keräkaalikasvusto otti typpeä 90–159 kg/ha, lannoittamaton porkkanakasvusto 140–164 kg/ha ja sipulikasvusto 29–81 kg/ha. Suurimmillaan typenotto oli vuonna 1994, jolloin heinäkuu oli erittäin lämmin.



Kuva 3. Keräkaalin, porkkanan ja sipulin typenoton nopeus vuosina 1993–1995.
Figure 3. Average rate of N uptake by cabbage, carrot and onion in 1993–1995.

Keräkaalin lannoitetypen näennäinen hyväksikäyttö oli yleensä hyvä, yli 75 %. Sipulilla vastaava hyväksikäyttö oli yli 60 %. Porkkana puolestaan kasvoi yhtä hyvin lannoittamattomilla ja lannoitetuilla ruuduilla. Sijoittaminen paransi sipulin typen hyväksikäyttöä selvästi vuonna 1993, mutta vuonna 1994 vain alhaisimmalla lannoitustasolla. Korkea typpilannoitus heikensi sipulin typen hyväksikäyttöä vuonna 1993. Mikäli satotaso jäi jostakin syystä alhaiseksi, typen hyväksikäyttö heikkeni. Vuoden 1994 sipulin ja vuoden 1995 keräkaalin korkeimpien lannoitustasojen jälkeen maassa oli liukoista typpeä noin 70 kg/ha.

Tulosten tarkastelu

Yllättävänä voidaan pitää typenoton suurta vaihtelua, vaikka satotaso oli sama. Näyttääkin siltä, että kasvusto varastoi saatavilla olevaa typpeä itseensä, ja mikäli kasvu päät-

tyy aikaisessa vaiheessa sadonkorjuuseen, typpi jää hyödyntämättä. Tällainen "liikaotto" vähentää kuitenkin typen hävikkiä ympäristöön. Keräkaali ja sipuli tarvitsivat yhtä satotonna kohden 3,5 kg/ha typpeä ja porkkana 1,5 kg/ha, minkä perusteella voidaan tarkastella typpilannoitus-suosituksia eri satotasoille (Taulukko 2). Nykyiset suositukset näyttävät typen osalta riittävän hyvin arvioituille satotasoille, koska maasta vapautuu typpeä kasvien käyttöön. Jos pyritään taulukossa mainittuja satotasojä korkeammalle, nähdään eri satotasojen kasvuunsa tarvitsema typpimäärä kuvasta 2. Typpilannoitusta suunniteltaessa on muistettava, että hyvälle kasvulle ja korkealle sadolle suotuisat sääolot lisäävät yleensä myös maan luontaisten typpivarojen vapautumista kasvien käyttöön.

Typpilannoitusta mitoitettaessa on usein vaikeinta arvioida maasta kasvukauden aikana vapautuvan typen määrää. Keväällä maan liukoisen typen määrä on usein alhainen, vaikka kasvukauden aikana typ-

Taulukko 2. Viljavuuspalvelun (1997) typpilannoitussuosituksset ja vastaavien satotasojen typenotot kenttäkokeissa.

Table 2. *N* recommendations of the Soil Testing Laboratory of Finland (1997) and measured *N* uptakes at corresponding yield levels in field experiments.

| Kasvi <i>Crop</i> | Satoarvio <i>Yield</i> t/ha | Peruslannoitus <i>Base application</i> kg/ha | Kesälevitys <i>Summer application</i> kg/ha | Kokeiden typenotto <i>N uptake</i> kg/ha |
|---------------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| Kaali <i>Cabbage</i> | 50 | 90 | 50 + 50 | 175 |
| Porkkana <i>Carrot</i> | 50 | 55 | 30-40 ¹ | 100 |
| Sipuli <i>Onion</i> | 30 | 60 | 30-35 ¹ | 105 |

¹Kesälevitystarve arvioidaan kasvuston kunnon ja sääolojen perusteella.

¹Amount of summer application is estimated on the basis of growth and weather conditions.

peä voi vapautua runsaastikin. Kasvilajien väliset erot maan typen hyödyntämisessä ovat myös selkeät.

Joinakin vuosina alkukesän runsaat sateet voivat huuhtoa typpeä kasvin juuriston ulottumattomiin. Vaikka alkukesän runsaat sateet ovat harvinaisia, ainoa keino varautua niitä vastaan on alhainen peruslannoitus ja typpilannoituksen täydentäminen kasvukauden aikana.

Kasvukauden aikainen täydennyslannoitus voi perustua kasvuston kunnon seurantaan, jolloin tieto kullekin kasvilajille tyypillisestä kasvurytmistä ja typenoton rytmistä on tärkeää. Kasvukauden aikainen maan liukoisen typen seuranta on erityisen hyödyllistä, mikäli sademäärä on ollut run-

sas ja typpeä voidaan olettaa huuhtoutuneen alaspäin.

Vaikka typpilannoituksen optimoinnissa on useita vaikeasti arvioitavia seikkoja, voidaan virhearviointeja usein saada anteeksi maa-kasvisysteemin puskurointikyvyn ansiosta. Kuten edellä todettiin, kasvin typpipitoisuus voi vaihdella satotason pysyessä samana. Maassa vallitsee myös tasapaino liukoisen typen ja maan aktiiviseen orgaaniseen ainekseen sitoutuneen typen välillä. Mikäli maassa on runsaasti liukoista lannoitetyypeä, sitä voi sitoutua mikrobeihin ja aktiiviseen orgaaniseen ainekseen. Näistä typpeä vapautuu suhteellisen helposti sen jälkeen, kun maan liukoisen typen pitoisuus on alentunut.

Kirjallisuus

Everaarts, A.P. 1993. Strategies to improve the efficiency of nitrogen fertilizer use in the cultivation of Brassica vegetables. *Acta Horticulturae* 339: 161–173.

Greenwood, D.J., Kubo, K., Burns, I.G. & Draycott, A. 1989. Apparent recovery of fertilizer N by vegetable crops. *Soil Science and Plant Nutrition* 35: 367–381.

Neeteson, J. 1995. Nitrogen management for intensively grown arable crops and field vegetables. In: Bacon, P.E. (ed.). *Nitrogen Fertilization in the Environment*. New York: Marcel Dekker. 608 p. ISBN 0-8247-8994-6.

Rekolainen, S. & Leek, R. (eds.). 1996. Regionalisation of erosion and nitrate losses from agricultural land in Nordic countries. Copenhagen: Nordic council of ministers. TemaNord: 615. 68 p. ISBN 92-9120-968-6.

Sørensen, J.N. 1996. Improving N efficiency in vegetable production by fertilizer placement and irrigation. *Acta Horticulturae* 428: 131–140.

Viljavuuspalvelu 1997. Viljavuustutkimuksen tulokinta avomaan puutarhaviljelyssä. Viljavuuspalvelu Oy. 20 p. ISBN 951-97434-3-X.

Kaalipellon syysmuokkaus ja kerääjäkasvit

Tapio Salo¹, Sakari Raiskio¹ ja Marja Aaltonen²

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, tapio.salo@mtt.fi*

²*Maatalouden tutkimuskeskus, Hämeen tutkimusasema, Myttääläntie 213, 36600 Pälkäne*

Kokeissa tutkittiin syysmuokkausajankohdan ja kerääjäkasvin vaikutusta kukkakaali- ja syyskeräkaalilohkojen maan liukoisen typen määrään. Lisäksi tutkittiin käsittelyjen vaikutusta kaalikärpästen koteloiden lukumäärään.

Kukkakaalin sato korjattiin elokuussa, ja maahan sekoitetuista kasvinjätteistä typi vapautui nopeasti. Kerääjäkasveina käytetyt raiheinä ja ruis pystyivät ottamaan marraskuuhun mennessä 15–30 kg/ha typpeä. Keräkaalin sato korjattiin syyskuussa, ja muokkauksen jälkeen typen vapautuminen kasvinjätteistä oli vähäistä. Muokkaus-

käsittelyt eivät vaikuttaneet kaalikärpästen koteloiden lukumäärään.

Suomen oloissa syysmuokkauksen siirtäminen syyskuun loppuun näyttäisi parhaiten vähentävän typen huuhtoutumisriskiä. Syyskuun lopulla maan lämpötila on yleensä niin alhainen, että ravinteiden vapautuminen kasvinjätteistä hidastuu selvästi. Mikäli lohkolla on kuitenkin esiintynyt runsaasti kaalikärpäsiä tai rikkakasvit ovat tuottamassa siemeniä, aikainen syysmuokkaus on perusteltua. Tällöin voidaan kerääjäkasvin avulla pienentää typen huuhtoutumisriskiä.

Avainsanat: huuhtoutuminen, kasvinjätteet, keräkaali, kukkakaali, muokkaus, ravinteiden otto, typpi

Management of *Brassica* crop residues to reduce nitrogen leaching and cabbage flies

Abstract

The management of *Brassica* crop residues and use of catch crops were studied at the Häme Research Station in 1993–1997. Inorganic soil nitrogen (N) was measured to estimate N leaching. N uptake by catch crops was determined to estimate the performance of catch crops under northern conditions. The number of pupae of cabbage flies was recorded in three springs during the experiment

Cauliflower was harvested in August, and incorporation of crop residues in August resulted in fast mineralisation of N. The catch crops used, i.e. rye and Italian

ryegrass, were able to take up 15–30 kg/ha N by November. Cabbage was harvested in September, and incorporation in September resulted only in low mineralisation of N. Management practices did not affect the number of pupae of cabbage flies or weeds.

Under Finnish conditions, N leaching can be reduced most effectively by postponing incorporation until the end of September, when soil temperature is low. Should there be a large number of weeds requiring incorporation in August, catch crops can reduce the leaching of N.

Key words: cabbage, catch crops, cauliflower, crop residues, incorporation, leaching, nitrogen

Johdanto

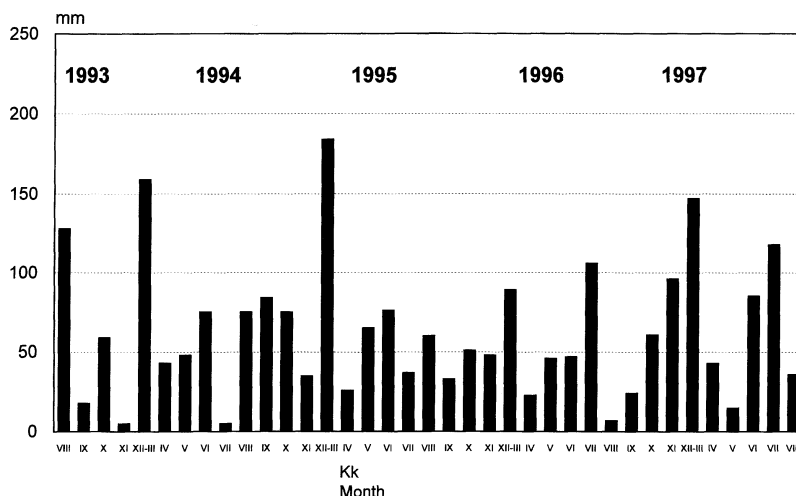
Kaalikasvit ovat vaateliaita, yleensä suuria ravinnemääriä tarvitsevia kasveja (Everaarts 1993). Kasvuston ottamista ravinteista puolet voi olla peltoon jäävissä ulkolehdissä, joiden sisältämien ravinteiden säilyttäminen peltolohkolla seuraavia viljelykasveja varten on sekä viljelijän että ympäristön etu.

Myöhäinen syysmuokkaus hidastaa ravinteiden vapautumista lehdistä, koska lämpötilan laskiessa mikrobin aktiivisuus hidastuu selvästi (Schrage 1990, p. 42). Toisaalta aikaisen syysmuokkauksen jälkeen kylvetty kerääjäkasvi pystyy ottamaan lehdistä vapautuvia ravinteita. Pellon syysmuokkauksen ajoittamisella voidaan todennäköisesti vaikuttaa myös kaalikärpästen koteloiden ja rikkakasvien määrään. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää syysmuokkauksen ajankohdan vaikutusta typen huuhtoutumisriskiin, kaalikärpäsen koteloiden määrään ja rikkakasvien esiintymiseen.

Aineisto ja menetelmät

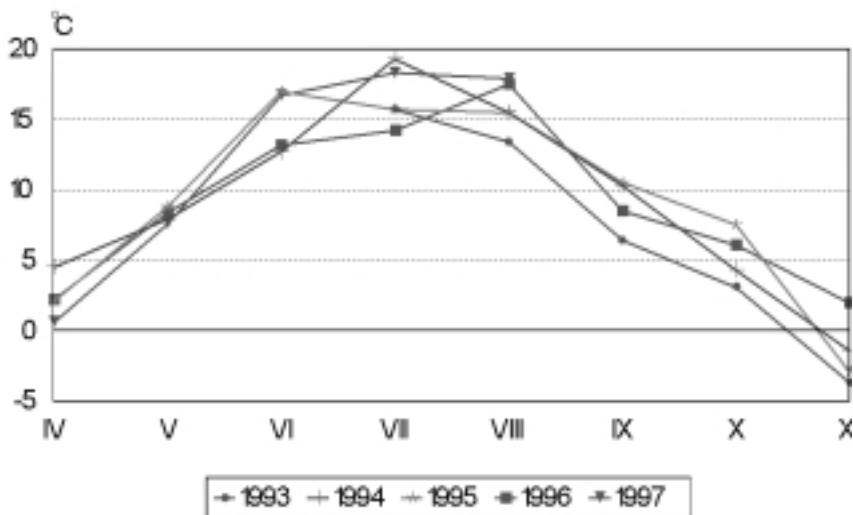
Maatalouden tutkimuskeskuksen Hämeen tutkimusasemalla, Pälkäneellä, tutkittiin syysmuokkausajankohdan ja kerääjäkasvin vaikutusta kukkakaali- ja syyskeräkaalilohkojen maan liukoisen typen määrään vuosina 1993–1997. Tutkimusaseman koelohkolla kukka- ja syyskeräkaalia viljeltiin 30 m x 100 m:n kaistoissa. Sadonkorjuun jälkeen kaistat jaettiin neljään käsittelyyn: aikainen syysmuokkaus, aikainen syysmuokkaus + ruis kerääjäkasviksi, aikainen syysmuokkaus + raiheinä kerääjäkasviksi ja myöhäinen syysmuokkaus. Syysmuokkaus tehtiin jyrsimellä.

Maan liukoinen tyyppi määritettiin syksyllä kuukauden välein, keväällä roudan sulamisen jälkeen ja vielä kesäkuussa peltoon jätetystä lannoittamattomasta kaistasta. Kaalikärpäsen kotelot laskettiin maanäytteistä keväällä 1995–1997. Hämeen tutkimusasemalla mitattiin kuukauden sademäärä (Kuva 1) ja keskilämpötila (Kuva 2).



Kuva 1. Kuukauden sademäärät Hämeen tutkimusasemalla vuosina 1993–1997.

Figure 1. Monthly rainfall at Häme Research Station in 1993–1997.



Kuva 2. Kuukauden keskilämpötilat Hämeen tutkimusasemalla vuosina 1993–1997.

Figure 2. Monthly average temperatures at Häme Research Station in 1993–1997.

Kukkakaalin typpi vapautuu nopeasti, syyskaalin typpi vasta keväällä

Kukkakaalin ja syyskaalin peltoon jäävät osat sisälsivät typpeä 60–120 kg/ha. Kukkakaalin korjuun jälkeen tehty syysmuokkaus johti typen nopeaan vapautumiseen lehdistä. Lämpiminä ja sateisina syksyinä typpeä huuhtoutui runsaasti syvempiin maakerroksiin (Kuva 3). Syksy 1993 oli viileä ja vähäsateinen, ja tällöin typen huuhtoutuminen syvempiin maakerroksiin oli vähäisempää kuin muina koevuosina.

Syyskaalin korjuun jälkeen maan lämpötila oli jo niin alhainen, että typen vapautuminen hidastui selvästi. Suurin osa syyskaalin ulkolehtien tuestä vapautuikin vasta seuraavana keväänä (Kuva 4).

Syysmuokkauksen jälkeen kylvetyt ke-
räjäkasvit ehtivät ottaa typpeä kasvu-
toonsa 15–30 kg/ha. Ruis oli yleensä vahva-

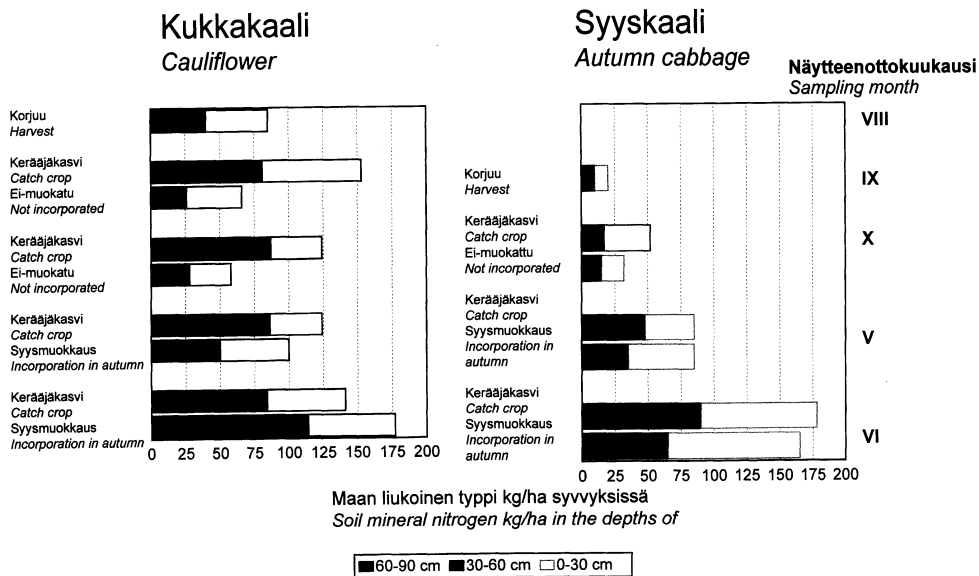
kasvuisempi kuin raiheinä, ja se otti typpeä kaikkina koevuosina yli 20 kg/ha.

Kaalikärpäsen kotelot ja rikkakasvit

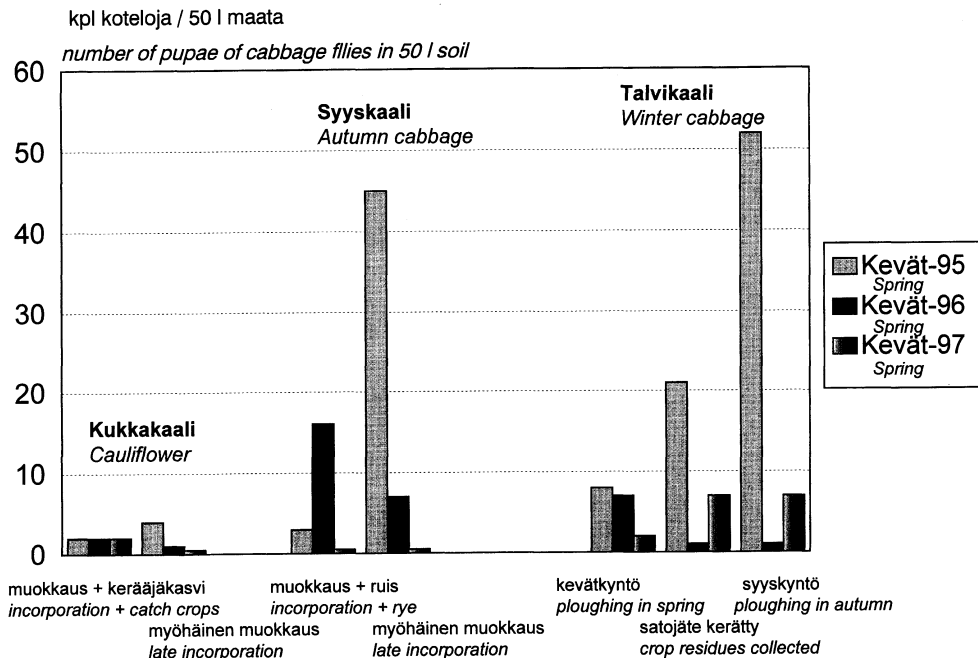
Kaalikärpästen koteloiden määrän vuosittainen vaihtelu oli suurta, eikä käsittelyjen välillä havaittu eroja (Kuva 4). Myöskään seuraavan vuoden viljelykasvin rikkakasveissa ei havaittu eroja käsittelyjen välillä, koska yhden vuoden käsittelyn vaikutus siemenpankkiin oli ilmeisesti vähäinen.

Tulosten tarkastelu

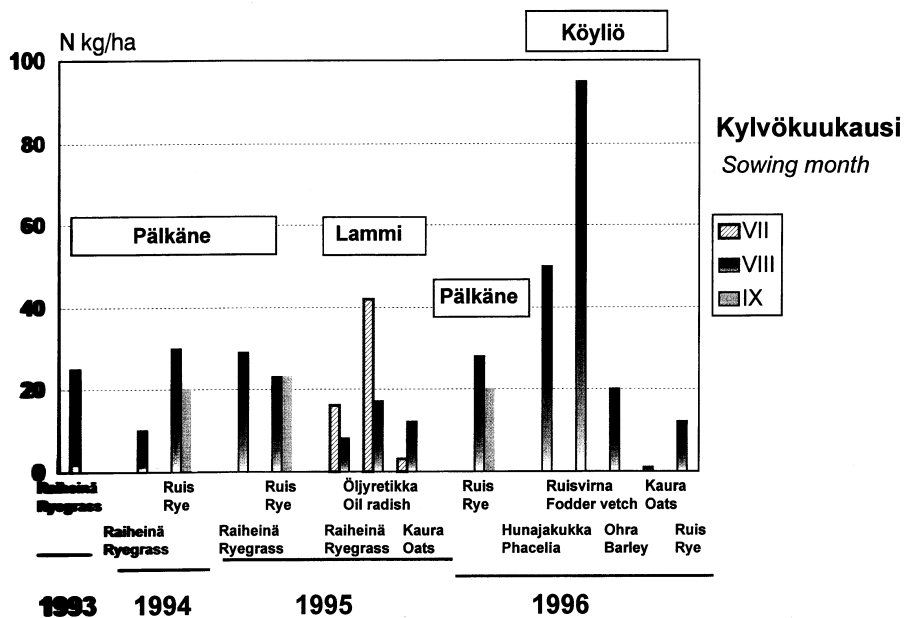
Typen lohkolla säilymistä ajatellen paras vaihtoehto olisi siirtää muokkaus mahdollisimman myöhään syksyyn. Kuitenkaan ei ole suositeltavaa antaa rikkakasvien tuottaa siemeniä. Lisäksi kaalikärpästen koteloitumattomien toukkien voi olettaa tuhoutu-



Kuva 3. Kerääjäkasvin ja myöhäisen muokkauksen vaikutukset maan liukoiseen typpiin 0–90 cm:n syvyydessä. Typpimäärät on laskettu keskiarvoina vuosilta 1993–1997.
Figure 3. Effect of catch crop and timing of incorporation on soil mineral N at the depth of 0–90 cm. Average amount of soil mineral N in 1993–1996.



Kuva 4. Kaalikärpäsen koteloiden lukumäärä Pälkäneellä vuosina 1993–1997.
Figure 4. Number of cabbage fly pupae in 1993–1997.



Kuva 5. Kerääjäkasvien typenotto Suomessa tehdyissä kerääjäkasvikokeissa (Rahkonen 1996, Boberg 1997).

Figure 5. N uptakes of catch crops in Finnish experiments.

van jyrännässä, vaikka tämän tutkimuksen tulokset eivät olleet riittäviä toukkatorjunnan todistamiseksi. Järkevintä lieneekin joko kylvää nopeakasvuinen kerääjäkasvi aikaisen syysmuokkauksen jälkeen tai viivästyttää muokkausta syyskuun puoleenväliin, jolloin maan alhainen lämpötila hidastaa ravinteiden vapautumista kasvimateriaalista.

Kerääjäkasvien mahdollisuudet ottaa ravinteita ovat Suomessa selvästi vähäisemmät kuin Keski-Euroopassa tai esimerkiksi Tanskassa (Thorup-Kristensen 1994).

Tässä kokeessa mitattu typenotto vastasi hyvin muissa suomalaisissa kokeissa havaittuja määriä (Kuva 5). Suomessa kokeilluista kerääjäkasveista on korkeimmat typenotot mitattu hunajakukka- ja ruisvirnakasvustoista (Boberg 1997). Kerääjäkasvin talvehtiminen vaikuttaa ravinteiden vapautumiseen seuraavalle viljelykasville. Talvehtivasta kerääjäkasvista ravinteet vapautuvat vasta kevätmuokkauksen jälkeen, mutta toisaalta ravinteet säilyvät kasvustossa kevääseen asti (Thorup-Kristensen 1994).

Kirjallisuus

Boberg, I. 1997. Kerääjäkasvilajien käytön vertailu. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. 46 p.

Everaarts, A.P. 1993. General and quantitative aspects of nitrogen fertilizer use in the cultivation of Brassica vegetables. *Acta Horticulturae* 339: 149–160.

Rahkonen, A. 1996. Varhaisviljelyn jäännösravinteet talteen kerääjäkasvilla. *Tuottava Peruna* 2/96: 36–37.

Schrage, R. 1990. Methoden zur Bestimmung des Stickstoff-Düngerbedarfs von Gemüsekulturen mit geringem analytischen Aufwand. Hannover: Hannover Universität. Academic dissertation. 153 p.

Thorup-Kristensen, K. 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. *Fertilizer Research* 37: 227–234.

Avomaanvihannesten integroitu kasvinsuojelu

Porkkanakemпин tarkkailu ja torjunnan kynnsarvot

Marja Kallela¹, Jarmo Ketola², Sanna-Liisa Taivalmaa³ ja Kari Tiilikkala²

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Hyrköläntie 122, 32810 Peipohja, marja.kallela@mtt.fi*

²*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen*

³*Maa- ja metsätalousministeriö, Puutarhayksikkö, PL 232, 00171 Helsinki,*

Porkkanan pahin tuholainen Suomessa on porkkanakemppi *Trioza apicalis*. Sen esiintymistiheys vaihtelee huomattavasti vuosittain eri viljelyalueilla. Vaihtelevan esiintymisen vuoksi porkkanakemпин ennustamismenetelmän kehittäminen on perusedellytys torjuntatarpeen arvioimiseksi.

Kenttäkokeet torjuntatarpeen kynnsarvojen arviointia varten tehtiin vuosina 1994 ja 1995. Kokeissa samankokoisia porkkana-aloja peitettiin hyönteisverkolla 13 eripituista aikaa. Porkkanakemпин tarkkailuun käytettiin keltaisia Catch-it -liima-ansoja. Määritetyt kynnsarvot perustuvat

viikoittain kelta-ansoista laskettuihin kemppimääriin ja hyönteisverkkokokeiden satotuloksiin.

Molempina vuosina sadon laatu heikkeni, kun kelta-ansoissa oli keskimäärin enemmän kuin 1 kemppi/ansa/viikko. Tätä määrää käytettiin torjunnan kynnsarvona. Porkkanakemppien esiintymistiheys oli kynnsarvon yläpuolella molempina vuosina 3–4 viikkoa. Kaksi tai kolme ruiskutusta pyretroidilla porkkanakemпин torjumiseksi kasvustoista antoi hyvän tuloksen. Hyönteisverkon torjuntateho oli erinomainen silloin, kun kynnsarvo ylittyi.

Avainsanat: kelta-ansa, kynnsarvo, porkkana, porkkanakemppi, pyretroidit, tarkkailu, torjunta, tubolaiset

Monitoring and threshold values for control of the carrot psyllid, *Trioza apicalis*

Abstract

In Finland, the most dangerous insect pest of carrots is the carrot psyllid, *Trioza apicalis*. Population densities of the psyllid differ markedly between years and cropping areas, making it necessary to develop a monitoring system to assess the need for control.

Catch-it yellow sticky traps were used for trapping of the psyllid. To evaluate the threshold values, a field experiment was established in 1994 and 1995. In the experiments carrot plots were covered with an insect net for 13 different periods. The threshold values were based on the number of

psyllids trapped weekly and the yield results of the netting experiments.

In both years, yield declined in any experimental week when the average value of 1 psyllid/trap/week was exceeded. In both years, the population density of the psyllid remained above the threshold for about 3–4 weeks. Two or three applications with pyrethroids gave good control. Control with the net was excellent when the timing of the netting was adjusted in response to information obtained from the monitoring system.

Key words: carrot, control, pests, pyrethroids, threshold values, yellow sticky trap

Johdanto

Porkkana on Suomen eniten viljelty vihanne, jonka viljelypinta-ala on noin 2 000 hehtaaria. Porkkanan pahimmat tuholaiset ovat porkkanakemppi (*Trioza apicalis*) ja porkkanakärpänen (*Psila rosae*). Porkkanakemppi on ollut porkkanan pahin tuholainen yli 60 vuotta. Viljelijöille se on aiheuttanut pahempia ongelmia kuin porkkanakärpänen. Laji on paha tuholainen myös Norjassa ja Ruotsissa (Rygg 1977). Porkkanakemppien kanssa samaan lajiryhmään kuuluu kahdeksan toisiaan muistuttavaa lajia, minkä vuoksi porkkanakemppien tunnistaminen on vaikeaa (Burchardt 1985).

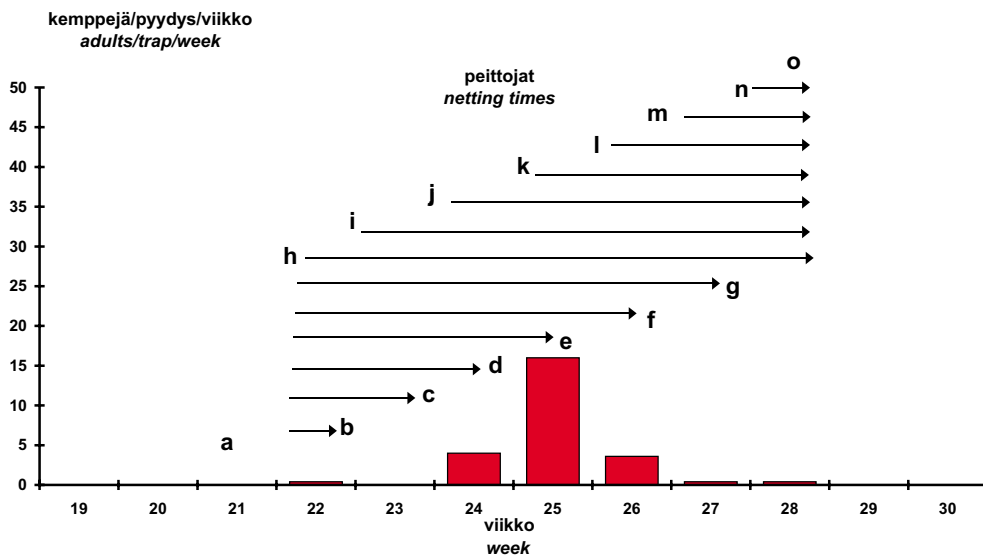
Porkkanakemppien esiintymistiheys vaihtelee vuosittain ja viljelyalueittain. Jopa peltolohkon eri osissa kemppien lukumäärä voi vaihdella huomattavasti. Tuholaisten aiheuttamien tuhojen riskiä on ollut vaikea ennustaa, minkä vuoksi porkkananviljelijät ovat ajoittaneet torjuntaruiskutukset ka-

lenterin mukaan. Kasvinsuojelun tehostamiseksi tuholaisriskien ennustamisjärjestelmän kehittäminen oli tarpeen.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää keltaisten liima-ansojen soveltuvuutta porkkanakemppien esiintymisen ennustamiseen. Viikoittain pyydettyjen kemppien määrää ja satotappioita vertaamalla arvioitiin paras torjunnan kynnsarvo. Kemppien torjuntaohjelmaan liittyvät kokeet tehtiin vuonna 1995 Maatalouden tutkimuskeskuksen Satakunnan tutkimusasemalla ja kokeiluviljelmillä.

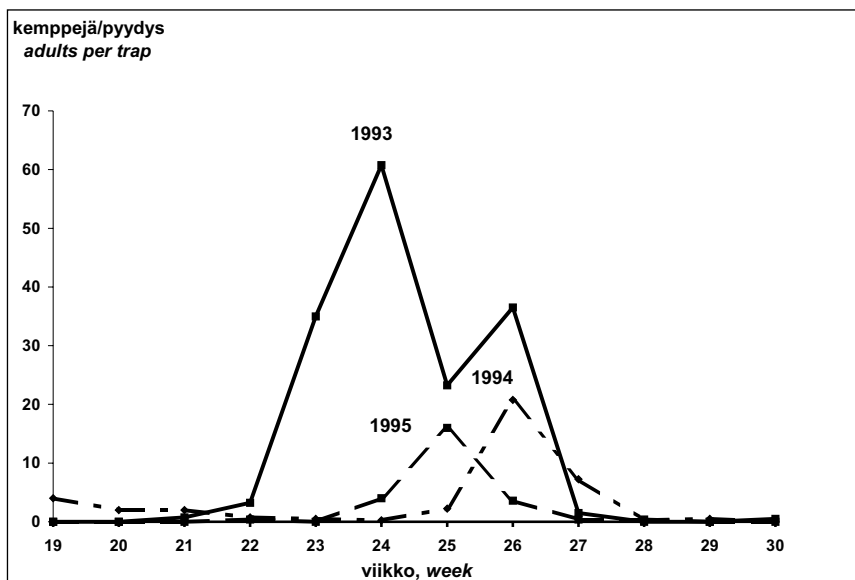
Aineisto ja menetelmät

Kenttäkokeessa ja kokeiluviljelmillä porkkanakemppien pyydystämiseen käytettiin keltaisia liima-ansoja (Catch-it, 320 x 190 mm, Silva Miljö AB). Pahvisesta ansasta tehtiin lieriö, jonka keltaisella ulkopinnalla oli liimaa. Lieriöt kiinnitettiin puukeppeihin



Kuva 1. Hyönteisverkolla peitettynä olleet koealat (b–p) ja viikoittain pyydettyjen kemppien lukumäärä vuonna 1995. Koealat a ja o olivat peittämättömiä verranteita.

Figure 1. Netting times (treatments b to p) and weekly catches of carrot psyllid in 1995. Treatments a and o were uncovered controls.



Kuva 2. Aikuisten porkkanakemppien lukumäärä Satakunnan tutkimusasemalla vuosina 1993-1995.

Figure 2. Weekly catches of *Trioza apicalis* adults in 1993-1995 at the Satakunta research station.

hin ja asetettiin juuri porkkanakasvuston läpuolelle. Yhtä peltolohkoa (1 ha) kohti käytettiin viisi ansaa. Ansat vaihdettiin keran viikossa, minkä jälkeen kemppitunnistettiin valomikroskoopin avulla ja niiden lukumäärät laskettiin.

Vuonna 1995 tehdyssä kenttäkokeessa etsittiin porkkanakemppien torjuntakynnysarvoja. Koala (1,6 m x 2 m) peitettiin hyönteisverkolla (Lanet L, mesh silmäkoko 0,6 mm x 0,6 mm) 13 eripituista aikaa. Jokaisessa neljässä toistossa oli verranteena kaksi peittämätöntä koalaa. Hyönteisverkolla peitetyt ajat on esitetty kuvassa 1 yhdessä viikoittain pyydettyjen kemppien lukumäärän kanssa.

Kahden viikon kuluttua siitä, kun kemppit olivat alkaneet siirtyä talvehtimispaikoilta pelloille, jokaiselta koalalta otettiin kasvustonäyte. Porkkanoiden juurten paino punnittiin. Terveet ja vioittuneet lehdet mitattiin, ja kemppien munat ja toukat laskettiin. Tutkimusryhmän jäsenet kehittivät erityisen siivilöimistekniikan munien ja toukkien erottamiseksi lehdistä. Kasvukauden lopussa kustakin koalasta korjattiin

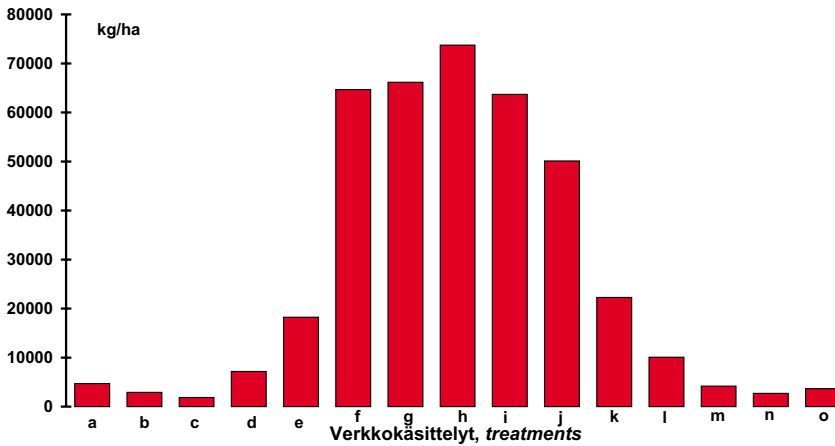
sato 0,4 m²:n alalta. Sato lajiteltiin laatuvaatimusten mukaan.

Samalla peltolohkolla tehtiin kuuden tuholaistorjunta-aineen tarkastuskoe. Verranteena käytettiin hyönteisverkkokokeen peitettyjä ja peittämättömiä koaloja. Kokeessa oli mukana 30 erilaista käsittelyä. Useimmista valmisteista (Bioruiskute S [pyretriini], Cyberb, Karate EW, Malan ja Roxion) tutkittiin kahta liuosväkevyyttä kahtena tai kolmena ruiskutuskertana. Pyretroidivalmisteesta Decis EC tutkittiin neljää eri liuosväkevyyttä ja kahta tai kolmea ruiskutuskertaa.

Tulokset

Kelta-ansojen avulla havaittiin, että porkkanakemppien esiintymistiheys vaihteli vuosittain. Vuonna 1993 kemppien siirtyminen talvehtimispaikoilta pelloille jatkui kuusi viikkoa ja esiintymishuipun aikaan ansaan jäi noin 60 aikuista viikossa. Vuosina 1994 ja 1995 kemppien siirtyminen pelloille kesti vain neljä viikkoa (Kuva 2).

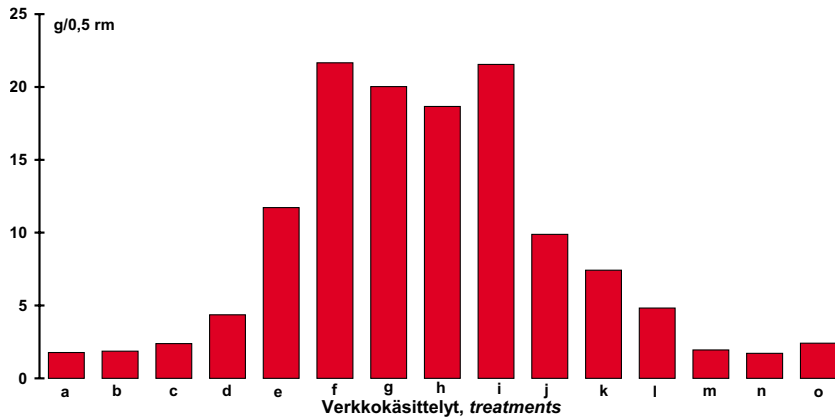
Kauppakelpoinen sato
Marketable yield 1995



Kuva 3. Porkkanan kauppakelpoinen sato hyönteisverkkokokeessa. Koejäsen-
ten f, g, h, i ja j porkkanakasvustot oli peitetty verkolla silloin, kun porkkanakemp-
pien viikoittainen lukumäärä oli enemmän kuin yksi aikuinen/ansa.

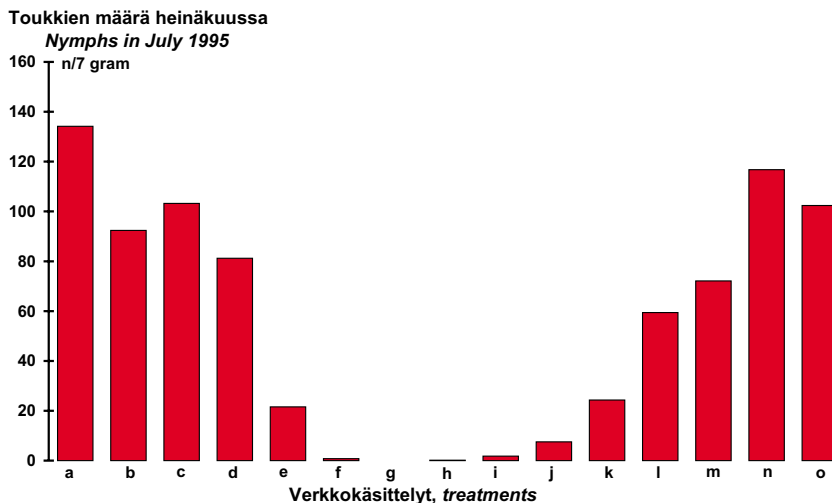
Figure 3. Marketable yield of carrots in netting experiment. In treatments f, g, h, i
and j carrots were covered with insect net during the weeks when more than one
adult psyllid was caught weekly.

Juuripainot heinäkuussa
Weight of roots in July 1995



Kuva 4. Hyönteisverkon oikea-aikainen käyttö (koejäsenet f, g, h ja i) porkkana-
kasvustojen päällä esti tehokkaasti porkkanakemпин aiheuttamat tuhot. Erot juur-
ten painossa rivimetriä (rm) kohti verkolla peitettyjen ja peittämättömien koealojen
välillä erottuivat selvästi jo kahden viikon kuluttua kemпин pelloille siirtymisen alet-
tua.

Figure 4. Proper timing of netting (treatments f, g, h, i) effectively prevented
root damage due to carrot psyllid. The difference in the weight of roots/metre row (rm)
between covered and uncovered plots was clear 2 weeks after migration of the
carrot psyllid.



Kuva 5. Porkkanakempin toukkia löydettiin vähän, kun porkkanakasvustot oli peitetty hyönteisverkolla aikuisten kemppien talvehtimispaikoilta pelloille siirtymisen aikana (koejäsenet f, g, h, i ja j).

Figure 5. Very few carrot psyllid nymphs were found when the crop was covered during the migration of overwintered adults (treatments f, g, h, i and j).

Hyönteisverkkokoe osoitti, että merkittäviä sadonmenetyksiä tulee, kun kelta-ansoihin jää enemmän kuin 1 kemppe/ansa/viikko. Kaikki mitatut muuttajat (kauppakelpoinen sato, juurenpaino ja heinäkuussa laskettujen kempin toukkien lukumäärä) osoittivat, että tämä kemppeimäärä on sopiva torjunnan kynnyсарvo (Kuvat 3–5).

Vuonna 1995 hyvä torjuntatulosaavutettiin kahdella tai kolmella pyretroidiruiskutuksella. Ilman torjuntaa porkkanan kauppakelpoinen sato oli vain 1 t/ha. Kun porkkanakempeit torjuttiin hyönteisverkollla tai pyretroideilla, kauppakelpoinen sato oli 45 t/ha. Malationilla tai dimetooatilla ruiskutetuilla koelajoilla kauppakelpoinen sato oli vastaavasti 24–32 t/ha ja 17–34 t/ha. Pyretriinin suurimmalla väkevyydellä kolme kertaa käsiteltyjen koelajojen sato oli 22 t/ha. Pyretriinin teho jäi huonoksi, kun koelajoja ruiskutettiin vain kaksi kertaa.

Tulosten tarkastelu

Tulokset osoittivat selvästi, että kelta-ansojen avulla voidaan ennustaa, milloin porkkanakempein torjunta on tarpeellista. Erityisesti aikuisten kemppien pelloille siirtymisen päättyminen on vaikea todeta ilman liima-ansoja. Aiemmin viljelijät ovat aloittaneet porkkanakempein kemiallisen torjunnan liian aikaisin ja usein jatkaneet torjuntaruiskutuksia liian pitkään.

Kokeilutiloilla ruiskutusten määrä voitiin vähentää puoleen kelta-ansatarkkailun avulla. Joillakin viljelyalueilla torjuntaruiskutuksia ei tarvittu ollenkaan, koska torjuntakynnys ei ylittynyt. Jokaisen porkkanaviljelijän tulisi käyttää kelta-ansoja säännöllisesti, jotta hän löytäisi oikeat torjunnan kynnyсарvot omille viljelmilleen.

Kirjallisuus

Burckhardt, D. 1985. Taxonomy and host plant relations of the *Trioza apicalis* Förster complex (Hemiptera, Homoptera: Triozidae). *Entomologica Scandinavica* 16: 415–432.

Rygg, T. 1977. Biological investigations on the carrot psyllid, *Trioza apicalis* Förster (Homoptera, Triozidae). *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 56: 1–20.

Tuholaisten kaukolevinnän seuranta ja tarkkailu

Kari Tiilikkala¹, Arja Vasarainen¹, Irmeli Markkula¹ ja Marja Aaltonen²

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, kari.tiilikkala@mtt.fi*

²*Maatalouden tutkimuskeskus, Hämeen tutkimusasema, Myttäääläntie 213, 36600 Pälkäne*

Kaalikoi vaelsi Suomeen keväällä 1995 suurina hyönteisparvina aiheuttaen poikkeuksellisen tilanteen kaalikasvien tuholaijunnassa. Koin saapuminen voitiin todeta myös tutkakuvista, jotka oli tallennettu Ilmatieteen laitoksen tiedostoihin toukokuun lopulla. Ilmavirtausten mukana kulkeutuneet hyönteiset tunnistettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) tuholaijarkkailussa käytettyjen imupyydysten sekä keltaisten liimapyydysten avulla. "Koipilvi" työntyi Suomeen Virosta ja ajautui eteläisen ilmavirtauksen mukana Ruotsiin saakka. Poikkeuksellisen runsas ja aikainen migraatio aiheutti taloudellisesti

merkittäviä kaalikasvien sato- ja laatutappiota Suomessa ja Ruotsissa. Trajektorikuvien perusteella tehdyt analyysit osoittivat koin olleen peräisin Venäjän eteläisimmistä osista. Toinen kaalikoimigraatio havaittiin kesäkuun 1997 alussa, jolloin Helsingin yliopiston meteorologian laitoksen tutkakuvissa oli selviä hyönteiskaikuja jopa kahden kilometrin korkeuteen ulottuneesta koiparvesta. MTT:n ja meteorologian laitoksen hyvän ja nopean tuholaijätiedotuksen ansiosta torjuntatoimet onnistuivat hyvin, eivätkä kesän 1995 kaltaiset sato- ja laatutappiot päässeet toistumaan.

Avainsanat: kaalikoi, levintä, tarkkailu

Monitoring of the migration of the Diamondback moth

Abstract

Migration of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, was observed in May 1995 using entomological radar, suction traps and yellow sticky traps. The migrating moths formed an enormous swarm that was driven by a southern wind from Estonia to Finland and Sweden. The swarm was dis-

cerned in radar data of May 26. The source of the moths was backtracked with analysis of meteorological trajectories, which suggested that the migrating populations originated from the west of the former USSR. A similar migration was observed in June 1997.

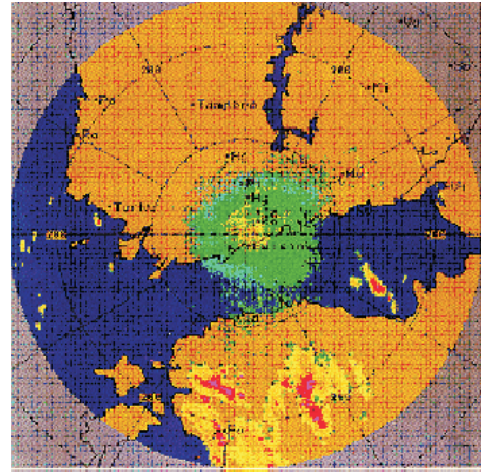
Key words: diamondback moth, migration, monitoring, entomological radar

Johdanto

Heinäsiirkojen vaellukset ovat ehkä tunnetuimpia esimerkkejä tuholaiden siirtymisestä pitkiä matkoja aiheuttaen suuria sato tappioita. Pohjoisten viljelyalueiden tutkituin vaeltaja on kaalikoi, *Plutella xylostella*, jonka esiintymisestä on hyvät tiedot esimerkiksi Brittein saarilta. Siellä kaalikoin massasiintymisiä on todettu vuosina 1837, 1851, 1883, 1888, 1891, 1917, 1923, 1926 ja 1958. Vuonna 1891 kaalikoi aiheutti maassa niin suuret sato tappiot, että tuotantohäiriöt näkyivät jopa rehun puutteesta kärsineessä lammaskaupassa (French & White 1960). Kesän 1958 koivaellus ulottui Skotlantiin saakka (Hulme 1959), jolloin suuret koimäärät pakottivat autoilijat pysähtymään ja puhdistamaan tuulilasit. Saman vuoden massiivinen koivaellus todettiin myös Pohjoismaissa, ja koiden arveltiin olleen peräisin jostain Venäjältä.

Suomessa on ilmavirtausten mukana kulkeutuneita koiparvia todettu aikaisemminkin, mm. kesäkuussa 1978 (Markkula 1979). Koit tulivat silloin kaakosta puhaltaneiden tuulien mukana, ja pyörteinen ilmavirtaus kuljetti hyönteiset aina Barentsinmerelle saakka. Pohjoisin kohavainto tehtiin Spitsbergenissä kesäkuun 25 päivänä (Lokki et al. 1978).

Vaellukseen sopeutuneet hyönteiset tarvitsevat ulkoisen energialähteen, joka on yleensä tuuli. Suotuisissa tuulioloissa kaalikoin on todettu kulkeutuneen yli 3 000 km yhtäjaksoisen ja useita päiviä kestäneen lennon aikana (Chu 1986). Hyönteisvaellukset ovat olleet myös aktiivisen tutkimuksen kohteena, mikä on perustunut lähinnä erilaisten pyydysten käyttöön ja niistä saatujen tietojen yhdistelyyn. Nykyaikaisen tietotekniikan ja kaukokartoituksen käyttöönotto on antanut uutta vauhtia tutkimuksiin parantaen tutkimusten tarkkuutta ja nopeutta huomattavasti. Erityisen hyödyllisiä ovat olleet hyönteiskaikujen seurantaan säädetyt tutkalaitteet, joiden erotuskyky on millimetriluokkaa (Riley 1989).

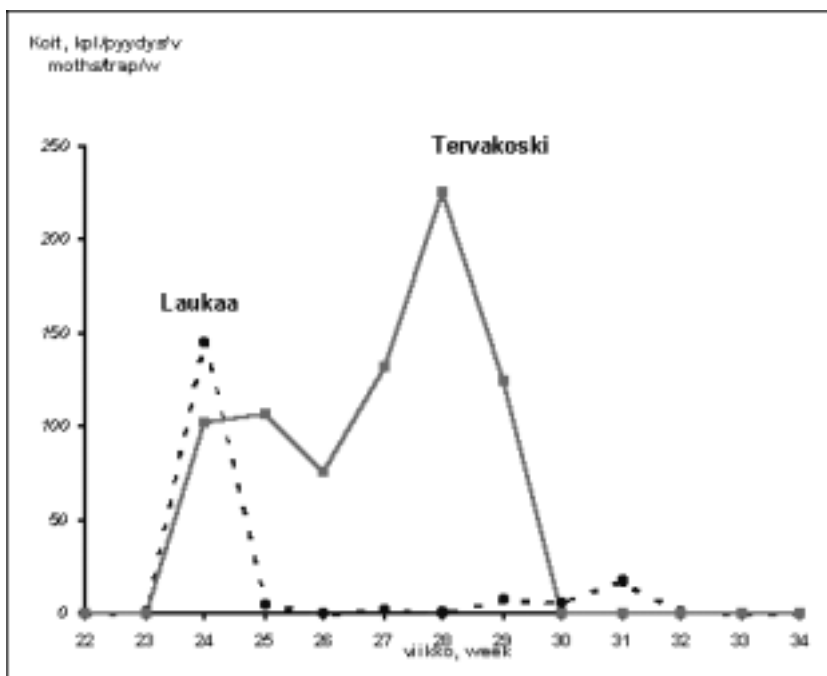


Kuva 1. "Koipilvi" ylitti Suomenlahden toukokuun 26. päivänä ja näkyi Vantaan tutkakuvis-
sa yli 100 km:n suuruisina kaikualueina.

Figure 1. A swarm of migrating moths crossed the Gulf of Finland on May 26, 1995. The image was obtained at 1400 hours by entomological radar located at Vantaa, 20 km north of Helsinki.

Kaalikoin vaellukset keväällä 1995 ja 1997

Toukokuun lopulla 1995 kaalikoit lentelivät kaikilla pelloilla ja kasveilla, jotka alkoivat vihertää kasvukauden alkaessa. Ensimmäiset varmat tiedot kaalikoin esiintymisestä saatiin MTT:n tutkimus- ja tarkkailupaikoilta, joissa liimapyydysiin jääneet perhoset voitiin tunnistaa luotettavasti. Samaan aikaan todettiin kaalikoi-
ta menneen mm. Helsingissä olleeseen imupyydykseen, jolla kerättiin tietoja korkealla ilmassa liikkuneista hyönteisistä. Ilmatieteen laitoksen ja MTT:n VIVI-tutkimusryhmän myöhemmät selvitykset osoittivat, että vaeltaneiden koiperhosten aiheuttamat kaiut näkyivät myös Ilmatieteen laitoksen tutkakuvis-
sa (Kuva 1). Kuvista voitiin todeta koin siirtyneen Suomeen eteläisen ilmavirtauksen kuljettamana toukokuun 26. päivän aikana. Kaalikoit tulivat suurena "pilvenä",



Kuva 2. Kaalikoi muodosti maahamme pysyvän kannan koko kasvukauden 1995 ajaksi, kuten mm. Laukaan ja Tervakosken tarkkailutiedot osoittivat.

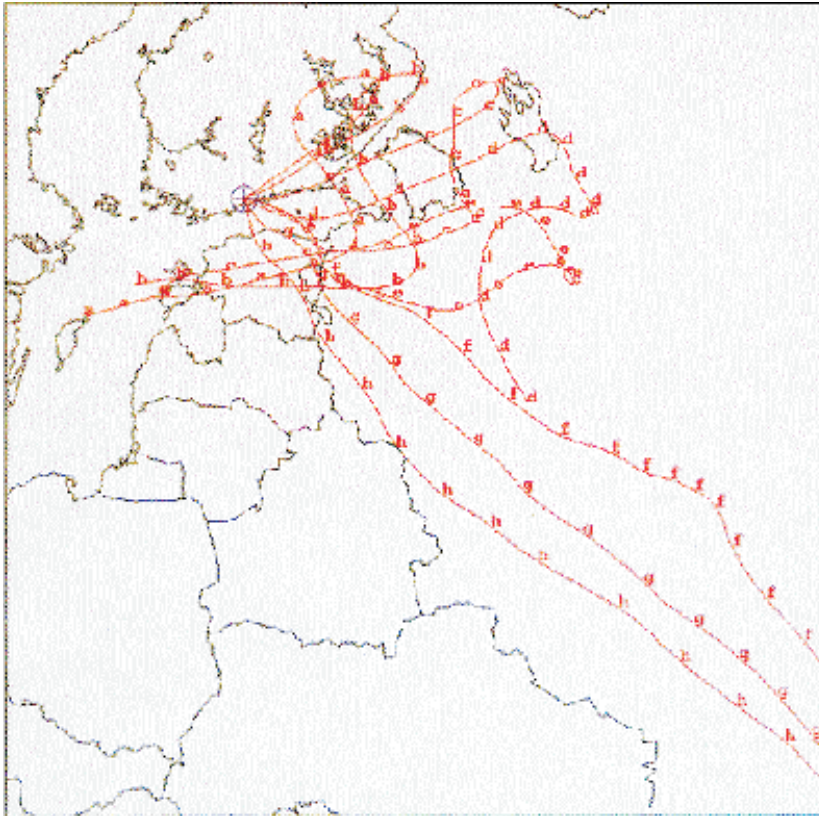
Figure 2. High numbers of DBM were found in yellow sticky traps in spring 1995. Crops monitored were cabbage (*Brassica oleracea*) at Laukaa and mustard (*Sinapis alba*) at Tervakoski. No chemical control was used at Tervakoski.

joka työntyi pääkaupunkiseudun yli sisämaahan ja siitä edelleen Lappiin ja Ruotsin pohjoisosiin. Hyönteispilven läpimitta oli yli 100 km ja korkeus 2 km, joten hyönteisten määrä oli todella suuri.

Poikkeuksellista koin migraatiossa oli sen varhainen ajankohta, josta oli seurauksena myös koin aiheuttamat poikkeukselliset satotappiot Suomessa ja Ruotsissa. Ensimmäinen Suomessa kehittynyt sukupolvi eli ristikukkaisilla rikkakasveilla ja aikuistui ja aloitti munintansa juuri rypsin olleessa alttiissa taimivaiheessa (Kuva 2). Seuraavat sukupolvet elivät muilla kaalikasveilla. Joillakin alueilla saattoi kasvukauden aikana kehittyä jopa neljä sukupolvea, mikä on varsin poikkeuksellista Suomen oloissa. Koinmigraation jälkeen tehdyt trajektorikuvien analyysit osoittivat kevään eteläisten ilmavirtausten lähteneen liikkeelle Venäjän

eteläosista, jotka todennäköisesti olivat kaalikoin alkuperäalueita (Kuva 3).

Toinen viime vuosien kaalikoivaelluskistamme todettiin kesäkuun 1997 alussa, jolloin Helsingin yliopiston meteorologian laitos raportoi MTT:lle Helsingin tutkassa havaituista hyönteiskaiuista. Nopean lajitarkistuksen ja tiedonvälityksen ansiosta viljelijät saivat tiedon koin saapumisesta muutaman tunnin kuluttua tutkahavainnoista ja samalla kehotuksen aloittaa koitarkkailu koko maassa. Torjunnassa onnistuttiin varsin hyvin, eikä vuoden 1995 kaltaisia sato- tai laatutappioita päässyt syntymään. Osaltaan koitorjunnan onnistumiseen vaikutti myös kesäkuun viileä ja sateinen sääjakso, joka hidasti toukkien kehitystä ja vähensi olennaisesti koin vahingollisuutta kaalikasveilla.



Kuva 3. Pyörteinen ilmavirtaus lähti liikkeelle Venäjän eteläosista ja liikkui Viiron yli Suomeen kuljettaen mukanaan massiivisen hyönteismäärän.

Figure 3. Meteorological trajectories on May 26, showing air currents which moved from the southeast towards Scandinavia

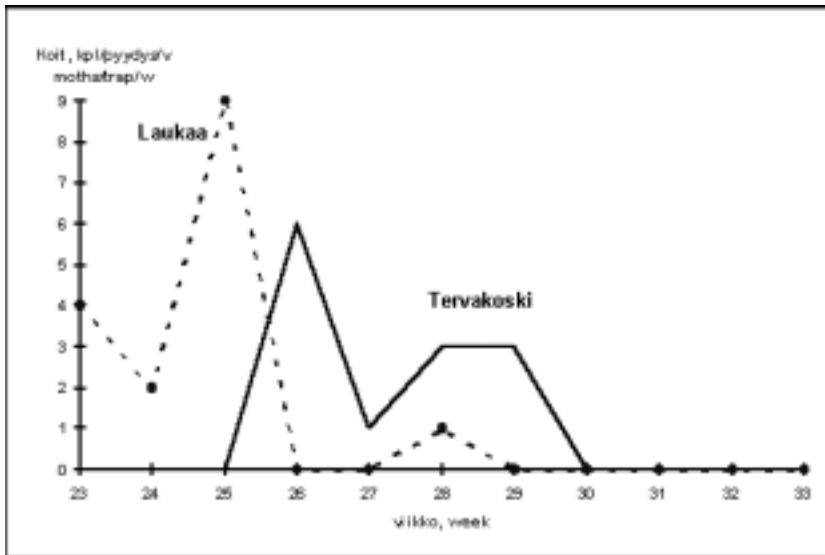
Tarkkailua tarvitaan

Kaalikoin talvehtimisesta Suomessa ei ole toistaiseksi varmaa tieteellistä näyttöä, vaikka monilla kaalinviljelijöillä on vahva ja perusteltu näkemys koin jatkuvasta esiintymisestä muutamilla tuotantoalueilla. Mm. Köyliössä olleista feromonipyydyksistä löydettiin keväällä 1996 kaalikoi jo aikaisin toukokuussa, ja koita esiintyi pienet määrät koko kasvukauden ajan MTT:n tarkkailupaikoilla Tervakoskella ja Laukaassa (Kuva 4). Koit tulivat joko Suomessa talvehtineista populaatioista tai olivat seurausta pienestä koivaelluksesta eteläisemmiltä alueilta. Olennaista on, että kaalikoin tarkkailu ote-

taan Suomessakin vakiotoimenpiteeksi kaalinviljelyyn erikoistuneilla tiloilla ja hyväksi osoittautunut biologinen torjunta (Turex) ajoitetaan oikein tarkkailutietojen perusteella.

Vaellusten ennakointia kehitetään

Vaarallisten tuholaisten vaelluksia tutkitaan aktiivisesti monilla alueilla maailmassa. Tavoitteena on parantaa vaellusten ennustettavuutta, jotta erityisesti kehitysmai-



Kuva 4. Kaalikoita löytyi MTT:n tarkkailupaikkojen liimapyydyksistä myös kesällä 1996, mutta viikoittaiset koimäärät olivat huomattavasti edellisvuotta pienempiä.

Figure 4. The number of overwintered DBM adults was very low in spring 1996 compared with the previous year.

den elintarvikehuollon häiriöitä voitaisiin vähentää (Magot 1995). Kehitteillä olevat ennustejärjestelmät koostuvat monista osista:

- tuholaisten alkuperäalueiden kasvillisuuden ja sateiden seurannasta
- sääennusteiden ja trajektorikuvien analysoinnista tavoitteena ennakoida hyönteisten ns. "nousulento" sekä mahdollinen kulkeutumissuunta
- hyönteisten tutkakaikuseurannasta
- kiinteiden tarkkailupaikkojen hyönteishavainnoista
- pelloilla tehtävistä laskennoista ja niistä kootuista tietokannoista sekä paikkatietojärjestelmien avulla tehdyistä analyysistä.

Myös Pohjoismaissa olisi syytä kehittää yhteisiä tarkkailu- ja varoitusjärjestelmiä, jotka perustuvat sää- ja tutkatietojen järjestelmälliseen analysointiin ja tehokkaaseen yhteiskäyttöön. Ennustettu ilmastonmuutos lisää riskiä, että pohjoisemmille alueille kulkeutuvat tuholaiset voivat muodostaa pysyviä kantoja aikaisempaa helpommin (Mela et al. 1996). Muutamat ilmavirtojen mukana kulkeutuvista lajeista kuuluvat myös ns. vaarallisiin kasvintuhoojiin, jotka uhkaavat jatkuvasti levittäytyä kohti pohjoisimpia viljelyalueita (Wikteliu 1981). Yhteistoimin toteutettavalla seuranta- ja varoitusjärjestelmällä voitaisiin saada luotettava ja ajantasainen tieto tuholaisen kulkeutumisesta ja levinnästä sekä mahdollisuus oikea-aikaiseen torjuntaan kaikilla viljelyalueilla.

Kirjallisuus

- Chu, Y.I.** 1986. The migration of diamondback moth. In: Taleka, N.S. & Griggs, T.D. (eds.). Diamondback Moth management. Shanhua, Taiwan: The Asian Vegetable Research and Development Center. p. 77–81.
- French, R.A. & White, J.H.** 1960. The diamondback moth outbreak of 1958. *Plant Pathology* 9: 77–84.
- Hulme, D.C.** 1959. *Plutella maculipennis* at Aberdeen. *Entomologist* 92: 41.
- Lokki, J., Malmström, K.K. & Suomalainen, E.** 1978. Migration of *Vanessa cardui* and *Plutella xylostella* (Lepidoptera) to Spitsbergen in the summer 1978. *Notulae Entomologicae* 58: 121–123.
- Magot, J.I.** 1995. Forecasting migrant insect pests. In: Darake, V.A. & Gatehouse, A.G. (eds.). *Insect migration*. Cambridge: University Press. p. 399–426.
- Markkula, M.** 1979. Pests of cultivated plants in Finland in 1978. *Annales Agriculturae Fenniae* 18: 92–95.
- Mela, T., Carter, T., Hakala, K., Hannukkala, A., Kaukoranta, T., Laurila, H., Niemi, K., Saarikko, R. & Tiilikkala, K.** 1996. The effect of climatic change on crop production: results of a five-year research project. In: Roos, J. (ed.). *The Finnish research programme on climate change, final report*. Helsinki: Edita. p. 324–336. ISBN 951-37-1961-8.
- Riley, J.R.** 1989. Remote sensing in entomology. *Annual Review of Entomology* 34: 247–271.
- Wikteliu, S.** 1981. Wind dispersal of insects. *Grana* 20: 205–207.

Avomaanvihannesten tuholaisennusteet ja tarkkailutietokannat

Kari Tiilikkala¹, Hannu Ojanen¹, Timo Widbom² ja Olli Rantanen¹

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, kari.tiilikkala@mtt.fi*

²*Maatalouden tutkimuskeskus, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen*

Tuholaisten ennustemenetelmiä ja tarkkailutietojen käyttöä kehitettiin osana MTT:n tutkimusohjelmaa "Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät" (VIVI). Porkkanakärpäsen ja kaalikärpäsen lentoaikojen ennusteet perustuivat säätietojen sekä tarkkailupaikoilla tehtyjen tuholaishavaintojen analysointiin. Yhteensä 35 sääaseman tiedot siirrettiin MTT:een, analysoitiin paikatieto-ohjelmistoilla ja muunnettiin karttamuotoon Agronet-palvelujen osaksi. Tilanne- ja ennustetiedot uusittiin päivittäin, ja niitä verrattiin viikoittain saatuihin tarkkailupaikkojen havaintotietoihin.

Porkkanakärpäsen (*Psila rosae*) ensimmäinen lento alkoi kesällä 1997 viikon 23 aikana ja saavutti huipun seuraavalla viikolla. Alustavien analyysien mukaan lennon alun ennustearvona voidaan käyttää tehon lämpösumman arvoa 255 astetta ja huipun ennustearvona 355 astetta. Porkkanakärpäsen toinen lento alkoi Etelä-Suomessa ennusteen mukaisesti, kun kasvukauden tehoisa lämpösumma oli saavuttanut arvon 800 astetta, ja lennon huippu ajoittui 860 asteen kertymään. Tarkkailutietojen alustavat analyysit osoittivat, että samoja lämpösumma-arvoja voitiin käyttää sekä Etelä-Suomessa olevien populaatioiden aktiivisuuden ennustamiseen että Pohjois-Suo-

men populaatioille, joilla on vain yksi sukupolvi kasvukauden aikana.

Pikkukaalikärpäsen (*Delia radicum*) ensimmäisen lennon ennustettiin alkavan kasvukauden tehoisan lämpösumman ollessa 80 astetta ja aktiivisimman munintavaiheen ajoittuvan lämpösummaan 150 astetta. Piikkiöstä ja Ahvenamaalta saadut tarkkailutiedot osoittivat ennusteet oikeiksi sekä muninnan alun että huippuvaiheen suhteen. Kaalikärpäsen toinen lentovaihe ennustettiin alkavaksi lämpösumman noustessa 600 asteeseen ja muninnan huippu lämpösumman 750 astetta vaiheilla. Kaalikärpäsen muninta ajoittui kuitenkin yli viikon ennustettua myöhäisemmäksi, joten ennusteen perusteita on tältä osin syytä korjata heti, kun tarkkailutietojen määrä ja alueellinen edustavuus riittävät ennusteen tarkempaan analysointiin. Tarkkailupaikkojen tulokset osoittivat myös selvästi, että kaalikärpäsenennusteen kehittäminen on Suomessa hankalampaa kuin eteläisemmillä alueilla, joilla on vain yksi kaalikärpäslaji, *Delia radicum*. Meillä yleisesti esiintyvällä isokaalikärpäsellä (*Delia floralis*) on vain yksi sukupolvi kasvukauden aikana, ja sen munintavaihe ajoittuu yleensä pikkukaalikärpäsen muninta-aikojen väliin.

Avainsanat: kaalikärpänen, porkkanakärpänen, tuholaisennusteet, tuholais tarkkailu

Forecasting activity of carrot fly (*Psila rosae*) and cabbage root fly (*Delia radicum*)

Abstract

Activities of the carrot fly, *Psila rosae*, and the cabbage root fly, *Delia brassicae*, were forecast from meteorological data provided by the Finnish Meteorological Institute. Air temperatures at 35 automatic weather stations were analysed using GIS (geographical information system) tools, and the predicted activities of the pests were displayed as thematic maps on the Agronet (<http://www.mtt.fi/ksl/ajankobtaista>). The forecasts were updated by means of pest monitoring data stored in the database of the Agricultural Research Centre of Finland (MTT).

In the summer of 1997, the flight of overwintered adults of the bivoltine type of *P. rosae* (southern Finland) started in week 23 of the calendar year and peaked in calendar week 24. Preliminary evaluation of the forecasts suggested that the threshold temperature sum (effective temperature sum, ETS) should be 255 DD₅ for the flight to start and 355 DD₅ for the peak. The forecast for the second flight was in line with the monitoring data. The flight started when 800 DD₅ had accumulated and peaked at 860 DD₅.

Forecasts of the activity of the univoltine type (northern Finland) of the carrot fly were precise enough to allow farmers to be informed about the need to initiate monitoring and control at individual field level.

In practice, the same ETS values can be used for predicting the activities of both types of the carrot fly.

The forecasts for the first flight of the cabbage root fly, *D. radicum*, coincided relatively well with the first egg-laying period. In the forecast, 80 DD₅ was used as the threshold ETS value for the start of the flight and 150 DD₅ for the peak. The forecast put the second flight about 2 weeks earlier than the monitoring data. The preliminary threshold ETS values (600 DD₅ for the start and 750 DD₅ for the peak) should be updated after the final analysis of the monitoring data. The main problem in forecasting cabbage fly activity in Finland arises from the occurrence of *Delia floralis*. The flight activity of *D. floralis* normally peaks between the two peaks of *D. radicum*, and in many places in Finland, both species may occur in the same fields.

GIS was found to be a powerful tool for making and presenting forecasts and for the analysing monitoring data. Agronet/internet services provided a rapid and straightforward means of delivering the information to farmers and extension services. GIS further has the potential to produce more sophisticated simulation models to forecast pest activity, provided that relevant weather data are available at a reasonable price.

Key words: cabbage fly, carrot fly, forecasting, monitoring, IPM

Johdanto

Tasapainoinen kasvinsuojelu (IPM) on olennainen osa kestävän kehityksen periaatteiden mukaista puutarhatuotantoa, ja se koostuu monista osista:

- viljelytekniikan, biologisen ja kemiallisen torjunnan yhdistämisestä toimivaksi kokonaisuudeksi
- torjunta-aineiden käytön minimoinnista ja optimoinnista
- luonnon omien torjuntamekanismin hyödyntämisestä ja niiden toiminnan parantamisesta
- ekologisen ja ekonomisen tasapainon ylläpidosta tavalla, joka turvaa maan kasvukunnan ja tuotannon jatkuvuuden sekä kuluttajien laatuvaatimuksia vastaavien tuotteiden viljelyn.

Tasapainoisessa tuholaiсторjunnassa yksi tärkeimpiä asioita on huolellisesti ja lohkokohtaisesti toteutettava tuholaiсторkkailu, jonka perusteella tiedetään, mitä tuholaisia ja hyötyelöitä kasvustossa liikkuu sekä mitkä ovat niiden määrät ja aktiivisuuden ajankohta suhteessa kasvuston sietokykyyn. Tuholaisennusteet tulee hyödyntää ensisijaisesti lohkokohtaisen tarkkailun ajoitusta suunniteltaessa sekä ohjeellisenä tietona torjuntatarvetta arvioitaessa ja suojattaessa kasvustoja esimerkiksi harsoilla tai hyönteisverkoilla. Myös kastelun ajoitus on usein syytä ratkaista ottaen huomioon tuholaisien ennustettu kehitysrytmi. VIVI-tutkimusohjelmaan kuuluneissa kasvinsuojelututkimuksissa kehitettiin sekä tuholaiсторkkailua että ennustemenetelmiä. Yhtenä keskeisenä tavoitteena oli ottaa käyttöön nykyaikainen tiedonhallinta (paikkatietojärjestelmät) ja nopea tiedonvälitysteknologia.

Aineisto ja menetelmät

Ennusteita kehitettiin porkkanakärpäselälle (*Psila rosae*) ja pikkukaalikärpäselälle (*Delia radicum*). Tässä yhteenvedossa esitettävät tulokset ovat kasvukaudelta 1997. Molempien lajien ennusteet perustuivat VIVI-tutkimusten alussa kerättyihin tarkkailutietoihin sekä säätietojen ja tuholaisien aktiivisuuden välisen suhteen laskentaan ja mallintamiseen. Lämpösummien laskennassa hyödynnettiin samoja lämpösumma-arvoja ja laskentarutiineja, jotka oli kehitetty viljojen kasvuennusteita varten. Mukana kehitelyssä olivat VIVI-tutkimusryhmän lisäksi myös MTT:n kasvinviljelyn tutkijoita ja MTT:n tietopalveluyksikön sekä Maanmittauslaitoksen henkilökuntaa, jotka vastasivat Internet Map Server -tekniikan kehittelystä (Widbom & Lindholm 1997) ja tiedonvälityksestä.

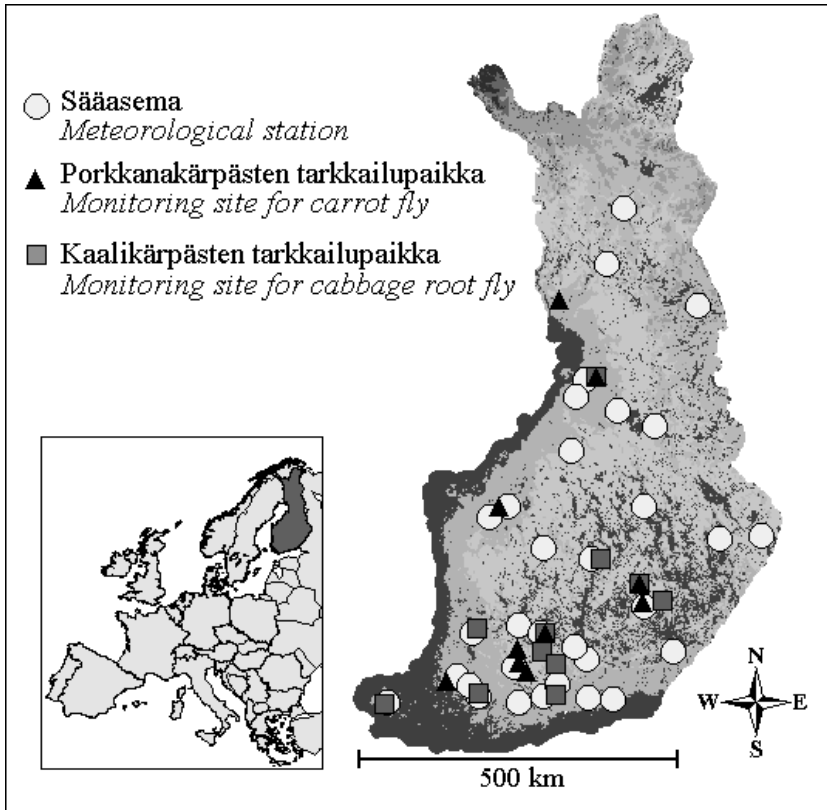
Porkkanakärpäsenennusteessa käytetyt lämpösummat olivat:

- 260 astetta: talvehtineiden kärpästen lennon alku
- 360 astetta: ensimmäinen lentohuippu
- 560 astetta: ensimmäisen lennon loppu
- 800 astetta: toisen lennon alku (toinen lento on vain Etelä-Suomessa)
- 860 astetta: toinen lentohuippu
- 960 astetta: toisen lennon loppu.

Kaalikärpäsenennusteeseen vastaavat arvot olivat:

- 80 astetta: talvehtineiden aikuisten lennon alku
- 150 astetta: ensimmäinen lento- ja muintahuippu
- 250 astetta: ensimmäisen lennon loppu
- 600 astetta: toisen lennon alku
- 750 astetta: toinen lentohuippu.

Ennusteissa käytetyt säätiedot ostettiin Ilmatieteen laitokselta, joka toimitti 35 sääaseman (Kuva 1) tiedot MTT:n säärekesteriin päivittäin. Kasvukauden tehoisan lämpötilan summat laskettiin jokaiselle säähavaintopaikalle käyttäen kaavaa $((T_{\min} + T_{\max})/2 - 5 \text{ astetta})$. Sääasemien välialueiden



Kuva 1. Sääasemat (ympyrät) sekä porkkanakärpäsen (kolmiot) ja kaalikärpäsen (neliöt) tarkkailupaikat kesällä 1997.

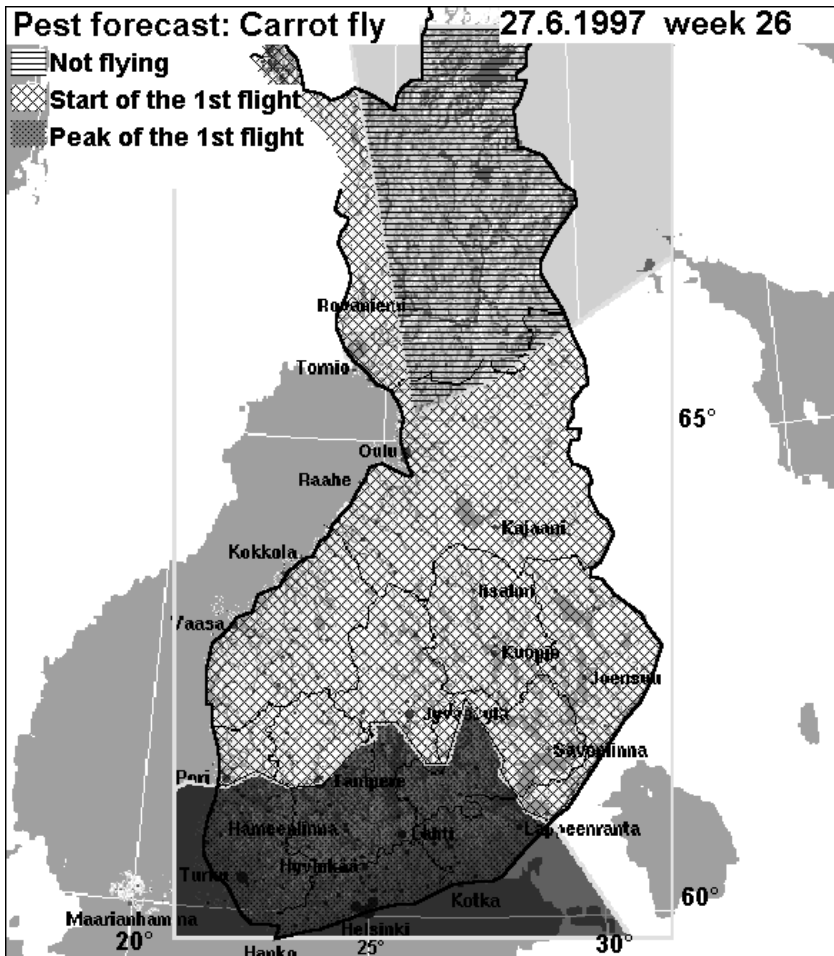
Figure 1. Meteorological stations and monitoring sites for carrot fly and cabbage root fly.

lämpösumat interpoloitiin kolmen lähimmän aseman mittaustietojen ja pitkäaikaisen lämpötilatietojen perusteella neljän neliökilometrin ruutukokoa käyttäen. Ruutukohtaiset summaestimaatit siirrettiin karttatiedoiksi ARC/Info- ja ARC Macro Language (AML) -ohjelmistoja käyttäen. Lopulliset ennustearvot muutettiin päällekkäisiksi tietotasoiksi ja www- palvelimelle sopivaan muotoon Internet Map Server -proseduurin avulla.

Ajantasaiset ennustetiedot näkyivät karttoina Agronet-palvelun ajankohtaistiedotteissa (<http://www/mtt.fi/ksl/ajankoh-taista>), jotka uusittiin päivittäin kello 18.00. Ns. ”seuraavan viikon tilanne” uusit-

tiin joka viikon torstaina käyttäen hyväksi ko. päivän lämpösummaa sekä kolmenkymmenen vuoden pitkäaikaisia keskiarvotietoja ja niiden perusteella tehtyjä MTT:n laskentarutiineja.

Ennusteiden tarkistamiseen käytettiin MTT:n tuholaietietokantaa, johon tutkimuspaikkojen sekä alueellisten tarkkailupalvelujen keräämät tiedot tallennettiin viikoittain. Porkkanakärpäsen esiintymistä havaintopaikoilla seurattiin keltaisten liimapyydysten (Catch It Yellow) avulla, ja kaalikärpäsen aktiivisuus määritettiin kaalien tyveltä otettujen maanäytteiden ja niissä olleiden kaalikärpäsen munien määrän perusteella.



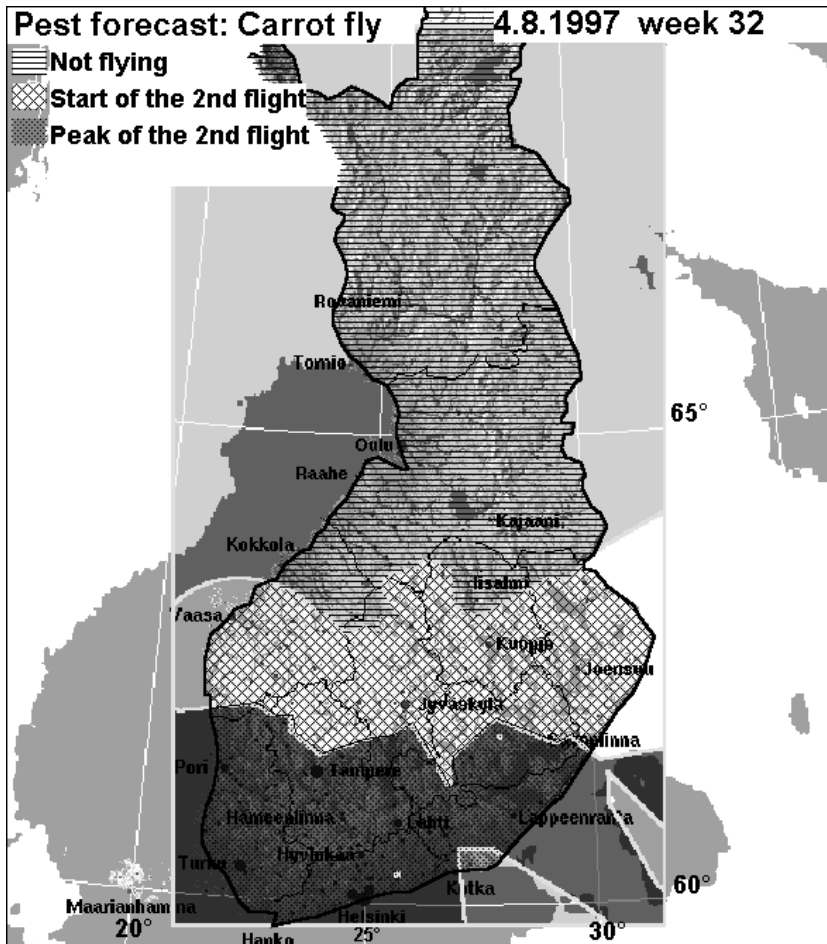
Kuva 2. Porkkanakärpäsenennuste viikolla 26 (1997). Talvehtineiden aikuisten ennustettiin lentävän aktiivisesti Etelä-Suomessa tummennetulla alueella ja aloittavan lentonsa rasteroidulla alueella Keski-Suomessa. Pohjoisimpien populaatioiden ennustettiin vielä olevan talvilevossa.

Figure 2. Forecast for carrot fly activity in calendar week 26 (1997).

Tulokset

Porkkanakärpäsen lennon ennustettiin alkavan Etelä-Suomessa viikon 24 aikana ja olevan aktiivisinta viikon 26 aikana (Kuva 2). Tarkkailupaikoilla tehtyjen havaintojen mukaan ensimmäiset porkkanakärpäset menivät pyydyksiin viikon 23 lopulla ja lentohuippu saavutettiin viikon 24 lopulla. Pohjois-Suomessa esiintyvien kärpäspopu-

laatioiden ennustettiin lähtevän liikkeelle viikolla 26 ja olevan aktiivisimmillaan viikon 28 aikana. Torniossa olleen tarkkailupaikan tiedot osoittivat kärpäsen aktiivisuuden toteutuneen ennustetun aikataulun mukaisesti. Porkkanakärpäsen toisen lennon ennustettiin alkavan Etelä-Suomessa viikon 30 aikana, ja lentohuippu ennustettiin viikolle 32 (Kuva 3). Taivassalossa olleen tarkkailupaikan tiedot osoittivat ennusteen oikeaksi (Kuva 4).



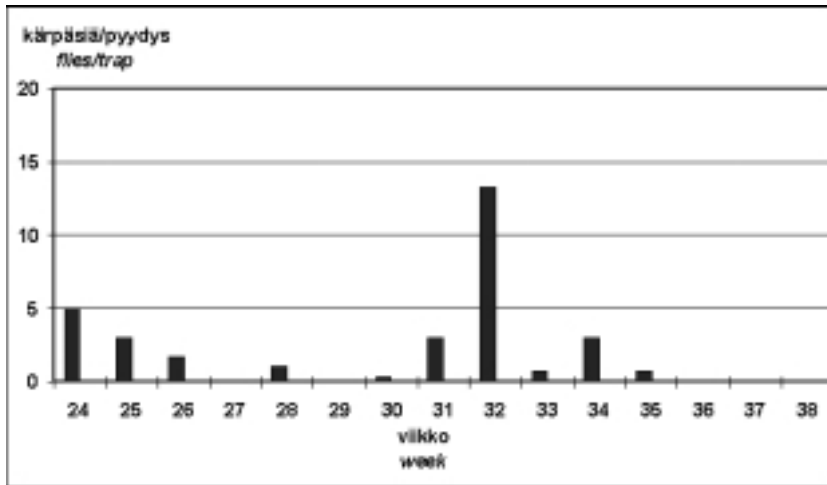
Kuva 3. Porkkanakärpäsenennuste viikolla 32 (1997). Toisen lentovaiheen ennustettiin olevan aktiivisinta Etelä-Suomen tummennetulla alueella ja alkavan Keski-Suomen rasteroidulla alueella.

Figure 3. Forecast for the carrot fly activity in calendar week 32 (1997).

Pikkukaalikärpäsen ennustettiin lähtevän liikkeelle viikon 21 aikana, ja ensimmäinen lentohuippu ennustettiin viikolle 24 (Kuva 5). Ensimmäiset munat löytyivät viikon 21 näytteistä, ja suurimmat munamäärät löydettiin viikon 25 näytteistä (Kuva 6). Toisen lennon ennustettiin alkavan viikolla 29 ja munintahuipun ajoittuvan viikolle 31 (Kuva 7). Muninta alkoi tarkkailupaikoilla viikon 30 aikana, ja suurimmat munamäärät löydettiin viikon 33 näytteistä.

Tulosten tarkastelu

Vuoden 1997 porkkanakärpäsenennuste onnistui hyvin, eikä eteläisten ja pohjoisten populaatioiden aktiivisuudessa ollut niin suuria eroja, että tarvittaisiin kaksi erillistä ennustetta. Talvehtimispaikoilta lähteneiden porkkanakärpästen lämpösummavaatimus oli myös hyvin samankaltainen kuin esimerkiksi Ontarion populaatioilla Kanadassa. Toisen lennon ajoittumisessa sen sijaan todettiin suuri ero; suomalaiset popu-



Kuva 4. Keltaisiin liimapyydyksiin jääneiden porkkanakärpästen määrät Taivassalossa. Kalenteriviikkojen numerot ovat vaaka-akselilla ja viikoittain liimapyydyksiin jääneiden kemppeiden määrät pystyakselilla (kpl/pyydyys).

Figure 4. Weekly amounts of carrot fly catches in yellow sticky traps at Taivassalo, Southern Finland.

laatiot lähtivät liikkeellä lämpösumman saavuttaessa 800 astetta, kun taas kanadalaiset populaatiot saavuttivat vastaavan kehitysvaiheen lämpösumman ollessa 1142 astetta. Ero johtunee kärpäskantojemme sopeutumisesta lyhyeen kasvukauteen ja osoittaa, että muualla kehitetyt tuholaismallit on syytä aina tarkistaa Suomen oloissa ennen niiden soveltamista käytäntöön.

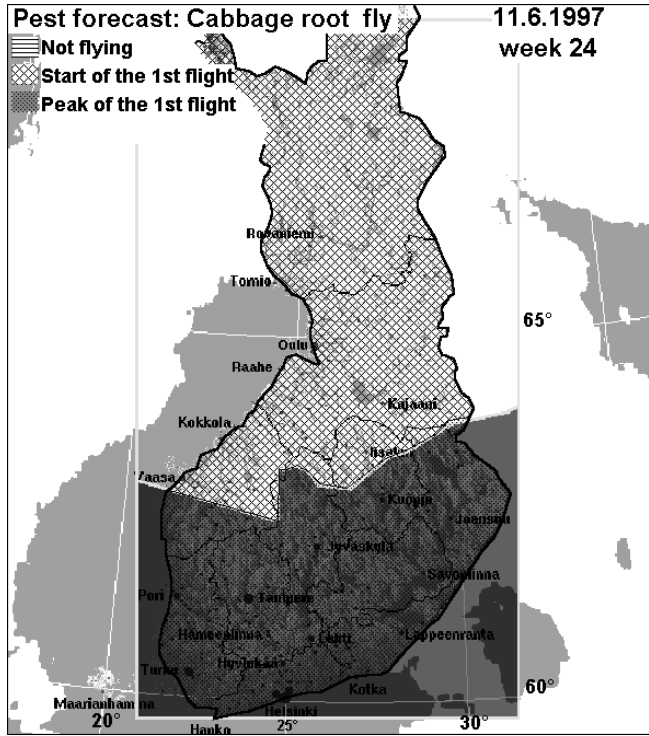
Kaalikärpäsen aktiivisuuden alun ennustaminen onnistui hyvin, mutta toisen lennon alku viivästyivät noin kaksi viikkoa ennustetusta ajankohdasta. Ennusteen perusteena käytettyjä lämpösummia pitää siten muuttaa heti, kun tarkkailutiedot ovat riittäviä ja kattavat laajemmin pikkukaalikärpäsen koko levinneisyysalueen. Suurin ongelma kaalikärpäsenennusteiden kehittämisessä johtuu kuitenkin kahden lajin esiintymisestä samoilla alueilla. Tässä esitetty ennuste, kuten yleisesti Euroopassa käytetyt simulaatiomallit, on tehty pelkästään ennustamaan lajin *Delia radicum* aktiivisuutta, joka poikkeaa olennaisesti isokaalikärpäsen kehitysrytmistä. Alueet, joilla molemmat lajit

esiintyvät jatkuvasti, ovat sekä ennustamisen että torjunnan kannalta ongelmallisia, sillä niillä munintaa ja toukkien kuoriutumista tapahtuu jatkuvasti lähes koko kasvukauden ajan. Tarkkailutietojen perusteella voidaan arvioida, että pikkukaalikärpäsen on vallitseva laji Etelä- ja Länsi-Suomen rannikolla, mutta sisämaassa esiintyy useimmiten molempia lajeja.

Kokemukset paikkatietojärjestelmän käytöstä ennusteiden laadintaan olivat hyviä, ja MTT:n tuholaisietokantaan tallennettuja tarkkailutietoja voidaan hyödyntää kasvinsuojeluneuvonnassa sekä ennusteiden tarkkuuden arvioinnissa. Käyttöön otetun tietotekniikan ansiosta osa monimutkaisesta ennusteprosessista voidaan automatisoida ja tiedot saada internetin kautta käyttäjille lähes viiveettä. Rajoittavaksi tekijäksi on kuitenkin muodostumassa säätietojen jatkuvasti nouseva hinta, mikä estää ainakin ilmaisupalvelujen kehittämisen projektivarojen loputtua.

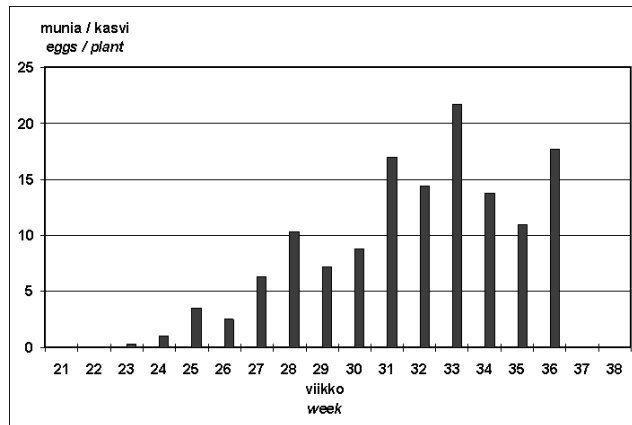
Kuva 5. Kaalikärpäsen nuste viikolla 24 (1997). Ensimmäisen lennon huippu on saavutettu tummennetulla alueella Etelä-Suomessa, ja lennon ennustetaan alkavan rasteroidulla alueella Keski- ja Pohjois-Suomessa.

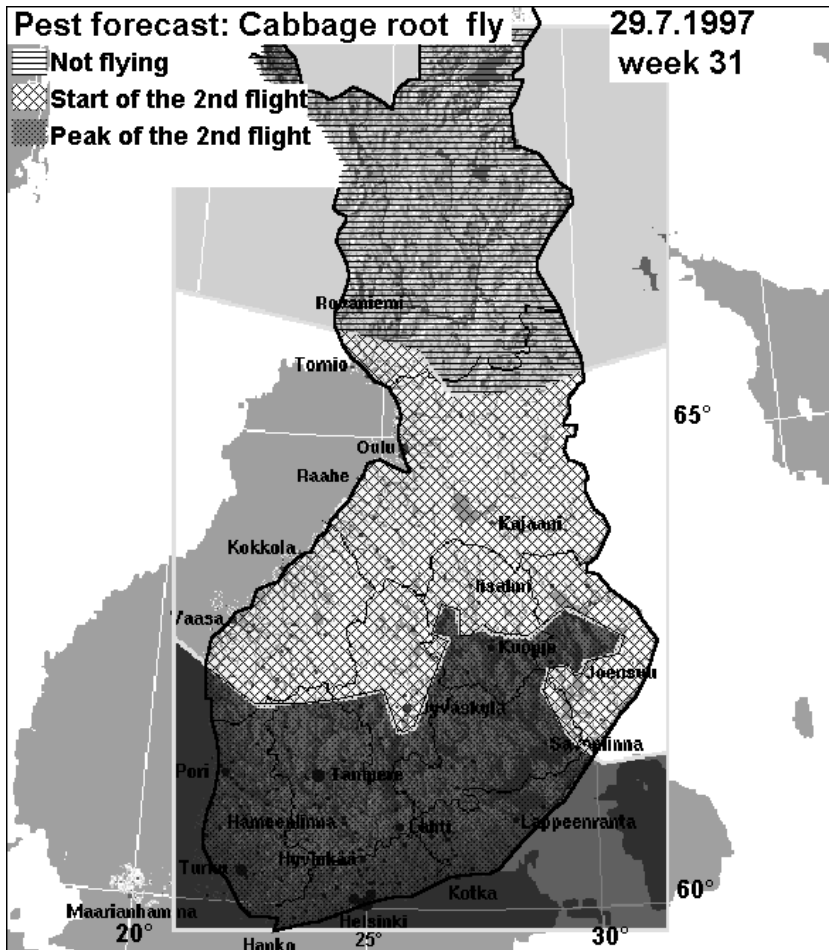
Figure 5. Forecast for the cabbage root fly activity in calendar week 24 (1997).



Kuva 6. Kaalikärpäsen viikoittaiset munamäärät Piikkiössä kesällä 1997. Kalenteriviikkojen numerot ovat vaakakselilla ja viikoittain lasketut munamäärät (kpl/kasvi) pystyakselilla.

Figure 6. Weekly amounts of cabbage root fly eggs in soil samples from Piikkiö, southern Finland





Kuva 7. Kaalikärpäsennuste viikolle 31 (1997). Tumma alue etelässä osoittaa lentohuippua, rasterointi toisen lennon alkua ja viivoitetulla alueella kärpäset ovat vielä kotelovaiheessa.

Figure 7. Forecast for the cabbage root fly activity in calendar week 31 (1997).

Kirjallisuus

Widbom, T. & Lindholm, M. 1997. Monitoring food production with GIS via the Internet. In: Kure, H., Thysen, I. & Kristensen, A.R. (eds.). First European Conference for Information Technology in Agricul-

ture, Copenhagen, Denmark, 15-18 June 1997. Proceedings. Copenhagen: The Royal Veterinary and Agricultural University. p. 243-246, ISBN 8774324659.

Tuholaistarkkailua satakuntalaisilla vihannestiloilla

Marja Kallela¹ ja Arja Laivonen²

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Hyrköläntie 122, 32810 Peipohja, marja.kallela@mtt.fi*

²*Satakunnan maaseutukeskus, Itsenäisyydenkatu 35 A, 28130 Pori*

VIVI-tutkimusohjelmaan sisältyi tuholais-ten ja tautien tarkkailumenetelmien kehittäminen. Uusia menetelmiä testattiin kesällä 1997 MTT:n vihanneskoepaikan ja Satakunnan maaseutukeskuksen järjestämässä tarkkailussa 18 porkkana-, kaali- ja lanttu-

tilalla. Tuholaisia tarkkailtiin kelta-ansoilla ja munalaskennalla. Tuloksista tiedotettiin viikoittain mukana olleille viljelijöille ja julkaistiin internetin ja paikallislehdistön välityksellä.

Avainsanat: avomaanvihannekset, tarkkailu, taudit, tuholaiset

Monitoring insect pests on vegetable farms in Satakunta region

Abstract

The monitoring system for insect pests was developed in the course of the VIVI research programme. The Vegetable Experimental Site of the Agricultural Research Centre of Finland and the Satakunta Rural Advisory Centre together provided a monitoring system service for 18 farmers cultivating carrot, cabbage and swede in the Satakunta region.

Monitoring started in week 21, when Catch-it Yellow sticky traps were taken out to the fields, to monitor the spreading of

carrot psyllid (*Trioza apicalis*), carrot fly (*Psila rosae*), cabbage fly (*Delia radicum* and *D. floralis*) and bedbugs (*Lygus* sp.). The cabbage flies were also monitored by egg sampling.

The farmers were warned by fax or telephone about the spreading of insect pests. Data on the monitoring services were also available from the internet (<http://www.agronet.fi>) and in plant protection news in local newspapers every week.

Key words: diseases, field vegetables, monitoring, pests

Tuholaistarkkailua satakuntalaisilla vihannestiloilla

Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät -tutkimusohjelman yhtenä tavoitteena oli kehittää avomaanvihanneskasvien integrointua kasvinsuojelua ja luoda valtakunnallisia ja alueellisia tarkkailupalveluita. MTT:n Kokemäellä sijaitsevan vihanniskoepaikan ja Satakunnan maaseutukeskuksen yhteistyönä toteutettiin tuholais- ja tautitarkkailua satakuntalaisilla avomaanvihannestiloilla kesällä 1997. Tuholaistarkkailuun osallistui 18 tilaa, joista kymmenellä viljeltiin porkkanaa, viidellä lanttua, neljällä keräkaalia ja yhdellä kukkakaalia. Lohkojen lukumäärä oli 40 (viisi lanttu-, viisi kaali- ja 30 porkkanalohkoa). Periaatteena oli, että kaikki tilan porkkanalohkot otettiin mukaan tarkkailuun, kaali- ja lanttulohkoista ainoastaan yksi.

Tarkkailu aloitettiin viikolla 21, jolloin kaikille tarkkailutiloille asetettiin kelta-ansat. Porkkanatiloille ansoja asetettiin jokaiselle porkkanalohkolle yhdestä viiteen kappaletta lohkon muodon ja mahdollisen tuholaispaineen mukaan. Kelta-ansat vaihdettiin viikoittain (85 kpl) ja tuholaiset havainnoitiin Kokemäen vihanniskoepaikal-

la. Kaali- ja lanttutiloille asetettiin yksi kelta-ansa lohkolle ilmaisemaan kaalikärpäsen lennon alkamista. Kaalikärpäsen muninnan tarkkailu maanäytteiden avulla aloitettiin viikolla 23. Lohkoilta otettiin yhdestä kahteen maanäytettä 10 kasvin ympäriltä. Maanäytteet pestiin, minkä jälkeen niistä laskettiin munamäärät.

Porkkanatiloilta havainnoitiin tarkkailussa porkkanakemppien lisäksi porkkanakärpäset ja luteet sekä lanttu- ja kaalituloilta kaalikärpäset ja luteet sekä viikosta 25 eteenpäin myös kaalikoit. Tarkkailua jatkettiin porkkanalohkoilla viikolle 32, jolloin tarvetta torjuntaruiskutuksiin ei enää ollut pienistä kemppimääristä huolimatta. Kaali- ja lanttulohkoilla tarkkailu kesti viikolle 34, jolloin kaalikärpäsen lento oli päättynyt.

Kasvitautilien esiintymistä seurattiin vihanniskoepaikalla Pellonvartijoiden avulla. Seurannassa olivat mansikan harmaahome, sipulin naattihome ja perunarutto.

Tuholaistarkkailun tuloksista tiedotettiin mukana olleille viljelijöille, joko faksilla tai puhelimitse. Tuholaisten lentoajat löytyivät myös Agronet-tietoverkosta MTT:n ja Satakunnan maaseutukeskuksen Ajan kohtaista kasvinsuojelusta -sivuilta. Tuholaistilanteen lisäksi tautitarkkailuhavainnoista tiedotettiin viljelijöille paikallislehdistön välityksellä viikoittaisessa kasvukatsauksessa.

Annosta tarkentamalla rikkakasvien torjunta-ainekustannukset ja ympäristön kuormitus kevenevät

Sirkka Jaakkola ja Jukka Salonen

*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen,
sirkka.jaakkola@mtt.fi*

Vihannestilan tavoitteena on saada runsas ja hyvälaatuinen sato. Onnistuakseen tavoitteessaan useimmat viljelijät turvautuvat kasvinsuojelussa kemialliseen torjuntaan, joka on monasti teholtaan paras, kustannuksiltaan edullisin ja usein myös ainoa mahdollinen torjuntatapa. Paineet torjunta-aineiden käytön vähentämiseksi lisääntyvät kuitenkin sitä mukaa, kun kuluttajien kiinnostus elintarvikkeiden terveysvaikutuksia ja tuotantotapaa kohtaan kasvavat. Tutkimme vuosina 1994–1996, voidaanko vihannesviljelyssä vähentää torjunta-aineiden määrää ruiskuttamalla rikkakasvihävitteiden pienennettyjä annoksia käyttöohjeen mukaisten ainemäärien sijasta. Torjunta-aineiden käytön vähentyessä sadon laatu ja määrä eivät kuitenkaan saisi kärsiä, sillä rikkakasvien tehokas torjunta on onnistuneen porkkanasadon edellytys. Torjunta-aineiksi valitsimme aklonifeenin (Fenix, tehoainetta 600 g/kg) ja linuronin (Afalon-neste, 450g/kg) ja annoksiksi 25 %, 50 %, 75 % ja 100 % linuronin pienimmästä ja aklonifeenin suurimmasta käyttöohjeen mukaisesta annoksesta. Testikasviksi valitsimme pork-

kanan, jota viljeltiin hietamaalla. Ruiskutukset ajoitettiin kahtena ensimmäisenä vuonna porkkanan kehitysasteen mukaan ja kolmantena rikkakasvien kehityksen mukaan.

Tulosten mukaan linuronimäärää voi vähentää hietamailla 25–50 %, kun ruiskutus suoritetaan hyvissä sääoloissa rikkakasvien ollessa pieniä. Silloin linuronin kertaannokseksi tulee 0,23–0,34 l/ha tehoainetta (0,5–0,75 l/ha Afalon-nestettä) ja kokonaismääräksi 0,45–0,68 l/ha (1,0–1,5 l/ha Afalon-nestettä). Linuronimäärän pienentäminen 25 % vähentää ainekustannuksia noin 50 mk/ha. Linuronin pienimpiä annoksia voidaan ruiskuttaa myös porkkanan ollessa sirkkalehtiasteella. Aklonifeenin kertaannoksen pienentäminen 1,2 l:sta/ha (2 l/ha Fenixiä) on porkkanan vioitusvaaran takia perusteltua. Silloin aklonifeeni kannattaa kuitenkin ruiskuttaa tankkiseoksena tai peräkkäiskäsittelynä sellaisen aineen kanssa, joka korvaa sen tehon puutteita. Aklonifeeniä tulisi välttää porkkanan ollessa sirikka- tai 1-lehtiasteella.

Avainsanat: aklonifeeni, linuroni, pienennetyt annokset, porkkana, rikkakasvien torjunta

Rates of carrot herbicides can be reduced

Abstract

The consequences of dose reduction of aclonifen and linuron were studied in carrot production in Finland. Efficacies of 25%, 50%, 75% and 100% doses were used to obtain the dose response curves of herbicides. It appeared possible to reduce the recommended application rate of linuron by at least 25% on sandy soils when applied at

early growth stages of weeds and in good weather. The recommended doses of aclonifen should be used. The doses of aclonifen can, however, be lowered if a tank mixture with a herbicide compensating for the lack of efficacy of aclonifen is available.

Key words: aclonifen, carrot, linuron, low doses, weed control

Johdanto

Porkkana kasvaa alussa hitaasti ja pärjää pellolla heikosti rikkakasvien kanssa. Siksi kasvukauden aikainen rikkakasvien torjunta on onnistuneen porkkanasadon edellytys. Ammattiviljelmillä rikkakasvit torjutaan lähes yksinomaan kemiallisesti, koska se on taloudellisesti kannattavin torjuntatapa. Suomalaiset vihannesviljelijät ovat kuitenkin valmiita tarkentamaan ja vähentämään rikkakasvihävitteiden käyttöä sekä tuotteiden imagon kannalta että kustannussyistä, mikäli se voidaan tehdä sadon laadun ja määrän heikkenemättä.

Rikkakasvihävitteiden annostusohjeet on pyritty laatimaan niin, että ohjeenmukaisella annoksella saadaan kaikkiin rikkakasveihin riittävä teho vaikeissakin sääoloissa (Thonke 1993). Elleivät torjuntaolosuhteet ole poikkeuksellisen vaikeat, on annostusta vara vähentää. Torjunnan oikealla ajoituksella ja ainevalinnalla voitiin norjalaisissa kokeissa (Netland 1993) vähentää porkkanan rikkakasvihävitteitä kivennäismailla noin 30 % ja multamailla noin 15 % suositellusta.

Aklonifeenin ja linuronin käyttöohjeissa suositellaan rikkasviruiskutusta joko ennen porkkanan taimettumista tai/ja vasta porkkanan ollessa 2–3-lehtiasteella, koska taimettumisvaiheessaan porkkana on arka näille aineille. Hollantilaisen Wijnandsin & Baumannin (1991) mukaan pienten torjunta-ainemäärien käyttö edellyttää luopumista perinteisistä ruiskutusajoista. Ruiskutukset olisi tehtävä silloin, kun rikkakasvit ovat arimmillaan eli sirkkalehtivaiheessa. Torjunta saattaa silloin osua porkkanan taimettumisvaiheeseen, mutta pienemmillä torjunta-aineannoksilla voittumisriskikin on pienempi. Torjunta-aineannoksen jakaminen kahteen tai useampaan osaan on useissa tutkimuksissa parantanut torjuntatulosta (Jensen 1992, Dobranski et al. 1993, Netland 1995) ja vähentänyt torjunta-aineen viljelykasville aiheuttamia vioituksia (Jensen 1992).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin akloni-

feenin ja linuronin suositeltua pienempien ainemäärien tehoa rikkakasveihin ja torjunnan vaikutusta porkkanasatoon. Tavoitteenamme oli tuottaa tietoa, jonka avulla rikkakasvihävitteiden käyttöä voidaan tarkentaa ja vähentää torjuntatehon kärsimättä.

Aineisto ja menetelmät

Vuosina 1994 ja 1995 koe perustettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Hämeen tutkimusasemalle Pälkäneelle ja vuonna 1996 vihanneskoepaikalle Peipohjaan. Viljelykasvina oli porkkana, ja testattaviksi torjunta-aineiksi valittiin linuroni (Afolon-neste 450g/l) ja aklonifeeni (Fenix 600g/l). Taustatiedot kokeesta on esitetty taulukossa 1.

Kokeet järjestettiin pellolle osaruutukoemallin mukaisesti. Kastelukäsittelyt arvottiin pääruutuihin ja rikkakasvikäsittelyt pääruutujen 10:een osaruutuun. Näin muodostui kaikkiaan 20 erilaista käsittelyä (Taulukko 2). Pääruudun koko oli 120 m² ja osaruudun koko 12 m². Kerranteita oli neljä. Tässä selvitetään ainoastaan rikkasvikäsittelyjen vaikutuksia.

Torjunta-aineannokset ruiskutettiin jaettuina. Vuosina 1994 ja 1995 rikkakasvit torjuttiin ensimmäisen kerran ennen porkkanan taimettumista ja toisen kerran porkkanan ollessa 2–3-lehtiasteella. Vuonna 1996 torjunnan ajoitus määräytyi rikkakasvien kehitysasteen mukaan. Porkkanat olivat ensimmäisen ruiskutuksen aikaan sirkkalehtiasteella ja toisella kerralla 2–3-lehtiasteella. Ruiskutuksissa käytettiin kannettavaa, 2 metrin levyistä koeruuturuiskua, jossa paine saadaan aikaan propaanikaasulla. Puomissa oli Hardin 4110 -viuhkasuuttimet ja tuulisuojana säkkikangas. Ruiskutusta koskevat tekniset tiedot on koottu taulukkoon 3.

Porkkanan torjunta-ainevioitukset arviointiin viikon kuluttua ruiskutuksesta silmämääräisesti asteikolla 0–100, jossa 0 = terve ja 100 = kuollut. Jokaisen ruudun rikkakas-

Taulukko 1. Taustatiedot kokeista vuosina 1994–1996.
Table 1. Information on experiments in 1994–1996.

| Maalaji <i>Soil</i> | Pätkäne 1994 Kht | Pätkäne 1995 Ht | Kokemäki 1996 mKHt |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| Humuspitoisuus, % <i>Humus</i> | 4,65-5,55 | 2,0-3,6 | 3,6-3,9 |
| Orgaaninen C, % <i>Organic C</i> | 2,69-3,21 | 1,0-2,10 | 2,3-2,1 |
| Esikasvi <i>Previous crop</i> | Vilja | Keräkaali | Vilja |
| Lannoitus, kg/ha <i>Fertilizer</i> | YP-1 800 | YP-1 800 | YP-1 600 |
| Lisälannoitus, kg/ha <i>Supplementary fertilizer</i> | - | - | Nks 130 |
| Porkkanalajike <i>Carrot cultivar</i> | Fontana F ₁ | Fontana F ₁ | Panther F ₁ |
| Kylvöpäivä <i>Sowing date</i> | 10.5. | 10.5. | 23.5. |
| Kastelu, aika ja määrä <i>Irrigation, date and quantity</i> | 19.5., 29.6., 5-7 mm | - | 6.6., 7 mm |
| Rikkakasviruiskutukset <i>Spraying dates</i> | 19.5., 29.6. | 22.5., 16.6. | 6.6., 8.7. |
| Vioitushavainnot <i>Damage</i> | 7.6., 5.7. | 27.6., 6.7. | 13.6. |
| Multaus <i>Ridging</i> | - | - | 8.8. |
| Rikkakasvinäytteet <i>Weed sampling</i> | 21.6., 26.7. | 12.6., 12.7. | 5.7., 25.7. |
| Sadonkorjuu <i>Harvest</i> | 28.9. | 19.9. | 24.9. |

vit tunnistettiin ja laskettiin kahdelta 0,25 m²:n alalta ennen toista ruiskutusta ja uudesta kahdelta 0,5 m²:n alalta heinä-elokuussa, jolloin myös rikkakasvien kuivapai-

not punnittiin. Ruutujen keskimmaisista riiveistä korjattiin porkkanasato kuuden metrin matkalta. Porkkanat punnittiin ja lajiteltiin virallisten lajitteluohjeiden mukaan.

Taulukko 2. Koeruutujen käsittelyt vuosina 1994–1996.**Table 2.** Treatments in 1994–1996.

Pääruutujen käsittelyt

Main plot treatments

Kastelu ennen ruiskutusta sadettamalla 5-7 mm

Irrigation before spraying

Ei kastelua

No irrigation

Osaruutujen käsittelyt

Subplot treatments

Käsittelemätön

No treatment

Mekaanisesti puhdistettu

Hand weeded

| | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Linuroni (450g/l Afalon-neste) | 100 % | 75 % | 50 % | 25 % |
| <i>Linuron</i> | | | | |
| l/ha | 0,450+0,450 | 0,340+0,340 | 0,230+0,230 | 0,113+ |
| Aklonifeeni (600g/l Fenix) | | | | |
| <i>Aclonifen</i> | | | | |
| l/ha | 1,200+1,200 | 0,900+0,900 | 0,600+0,600 | 0,300+ |

Hyvissä ruiskutusolosuhteissa torjunta-ainemäärää voi pienentää

Torjunta-aineannosten vuosittaiset tehon vaihtelut olivat suuria. Vaihtelu johtui pääasiassa erilaisista sääoloista ruiskutushetkellä (Taulukko 3) ja rikkakasvilajien erilaisesta herkkyydestä torjunta-aineille. Kokeessa ei pyritty optimaalisiin sääoloihin, vaan ruiskutukset tehtiin aina ennalta sovittuna aikana aamupäivisin. Vuonna 1995 ruiskutusolosuhteet olivat erittäin hyvät; sää oli pilvipoutainen, ilman suhteellinen kosteus oli korkea ja maanpinta märkä. Vuosina 1994 ja 1996 sääolot olivat epäedullisemmat. Vuonna 1996 molemmat torjunta-

kerrat piti ajoittaa rikkakasvien kehitystahden mukaan, mutta jatkuvat sateet viivästyttivät toista ruiskutusta ja rikkakasvit ehtivät kasvaa ohi sirkka- ja 1-lehtiasteen. Linuroni oli keskimäärin aklonifeeniä tehokkaampi. Vuonna 1995 75 %:n linuroniannostasolla rikkakasviteho ylsi 100 %:iin ja vielä 50 %:n annoksellakin 90 %:iin. Vuosina 1994 ja 1996 tehot olivat 75 %:n linuro-niannoksella 87 ja 90 % (Kuva 1). Koeruduille jäi 75 %:n annoksella enemmän pihasaunioita, kylänurmikoita, pelto-orvokkeja ja pillikkeitä kuin 100 %:n annoksella. Aklonifeeniannoksen suurentuessa rikkakasvien määrä yleensä väheni. Parhaimmillaankin aklonifeenin teho ylsi vain noin 90 %:iin, sillä koelohkoilla kasvoi runsaasti kirjavapillikkeitä, pihasaunioita ja orvokkeja, jotka kestivät hyvin aklonifeenia (Kuva 2). Porkkana-sato näytti kärsivän, jos rikkakasvien torjuntateho oli alle 90 %.

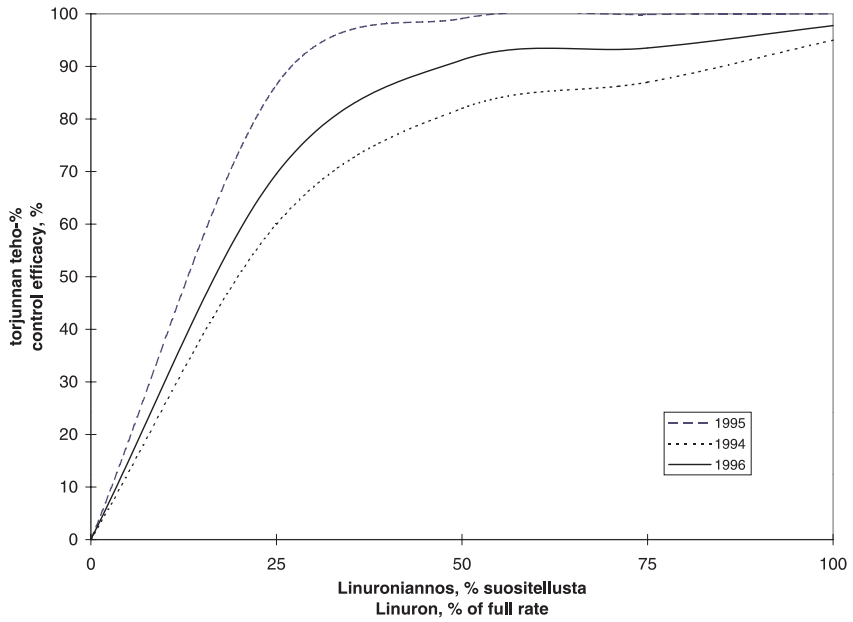
Taulukko 3. Torjuntaruiskutuksia koskevat tiedot vuosilta 1994–1996.**Table 3.** Weather data and spraying technique in the experiments in 1994–1996.

| Vuosi <i>Year</i> | 1994 | | 1995 | | 1996 | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Ruiskutuspäivät: <i>Application date</i> | 19.5. | 29.6. | 22.5. | 16.6. | 6.6. | 8.7. |
| Ilman lämpötilä, °C <i>Air temperature</i> | 12 | 21 | 13 | 18 | 14 | 21 |
| Ilman suhteellinen kosteus, % <i>Relative humidity</i> | 35 | 58 | 100 | 95 | 53 | 67 |
| Maan pinnan kosteus <i>Wetness of soil surface</i> | kuiva/ kosteaa <i>low/high</i> | kuiva/ kosteaa <i>low/high</i> | kosteaa <i>high</i> | kosteaa <i>high</i> | kuiva/ kosteaa <i>low/high</i> | kosteaa <i>high</i> |
| Vesimäärä, l/ha <i>Water volume</i> | 400 | 400 | 400 | 400 | 200 | 200 |
| Tuulen nopeus, m/s <i>Wind speed m/s</i> | 0-1,5 | 0-1 | 0-1 | 0-1 | 3-12 | 0-1 |
| Auringon valon voimakkuus <i>Light intensity</i> | kirkas | kirkas | pilvinen | pilvinen | kirkas | kirkas |
| Pilvisyys-% <i>Cloud cover</i> | 0 | 0 | 90 | 100 | 0 | 60 |
| Suutintyyppi H4110- <i>Nozzle type</i> | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| Ruiskutusaine, kPa <i>Spraying pressure</i> | 300 | 300 | 300 | 300 | 210 | 21 |

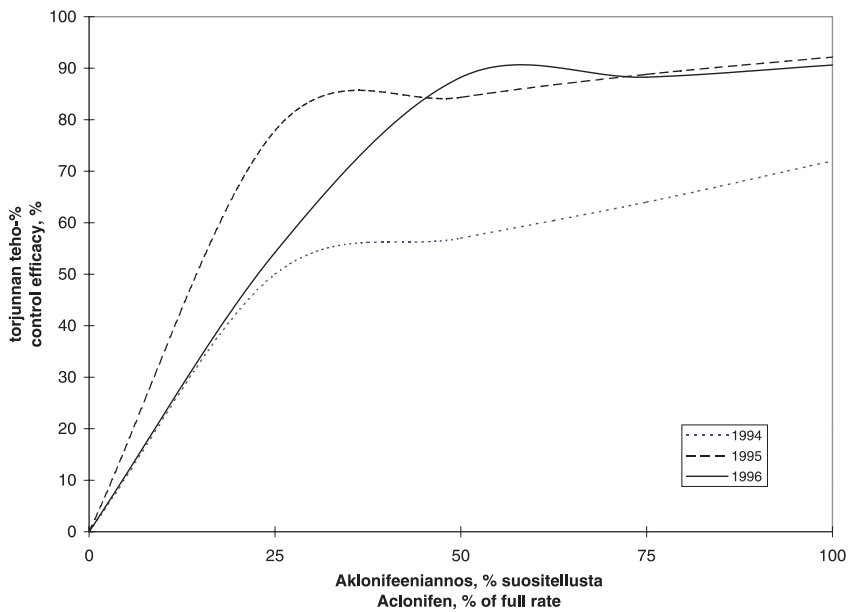
Rikkakasvilajien herkkyys torjunta-aineille vaihtelee

Vuosina 1994–95 yleisimmät rikkakasvit olivat jauhosavikka, kirjavapillike, peltohatikka ja pelto-orvokki. Vuonna 1996 kolonkion yleisimpiin rikkakasveihin kuuluivat jauhosavikka, pihasaunio, ristikukkaiset kasvit ja kylänurmikka. Rikkakasvien herkkyys aklonifeenille väheni järjestyksessä jauhosavikka, pihatähtimö, kylänurmikka, pelto-orvokki, pihasaunio ja kirjavapillike. Herkkyys linuronille noudatti muuten samaa järjestystä, mutta kirjavapillike ja kylänurmikka vaihtoivat paikkaa.

Vuosina 1994 ja 1995 rikkakasvit ruiskutettiin ennen porkkanan taimettumista ja porkkanan ollessa 2–3-lehtiasteella, jolloin ruiskutusväliksi tuli noin kolme viikkoa. Ensimmäisen ruiskutuksen aikaan pillikkeet, jauhosavikat ja ristikukkaiset rikkakasvit olivat sikkalehtiasteella, mutta orvokit eivät vielä olleet taimettuneet eikä ruiskutus vähentänyt niiden määrää merkittävästi. Toiseen ruiskutuskertaan mennessä orvokit olivat ehtineet jo 2–4-lehtiasteelle, eikä niitä saatu vuonna 1994 torjuttuiksi kuin 100 %:n linuronin- ja aklonifeeniannoksilla. Vuonna 1995 linuronin teho orvokkiin jo 50 %:n annoksella, mutta aklonifeeni vasta 100 %:n annoksella.



Kuva 1. Linuroniannosten teho porkkanan rikkakasveihin vuosina 1994–1996.
Figure 1. Effect of linuron dose on weed biomass in 1994–1996.



Kuva 2. Aklonifeeniannosten teho porkkanan rikkakasveihin vuosina 1994–1996.
Figure 2. Effect of aclonifen dose on weed biomass in 1994–1996

Käytetyt aklonifeeniannokset eivät vuonna 1996 oleellisesti vähentäneet sirkka-2-lehtiasteelle ehtineitä pihasaunioita, jotka linuronikin torjui kokonaan vain täydellä annoksella. Pienillä annoksilla herkät rikkakasvit kuolivat, jolloin pihasaunioille jäi tilaa kasvaa entistä rehevämmin. Ky-länurmikka osoittautui aremmaksi aklonifeenille kuin linuronille.

Paras porkkanasato saatiin perkaamalla

Paras sato saatiin (lukuunottamatta linuronia vuonna 1994), kun rikkakasvit ruiskutettiin 75 %:n torjunta-aineannoksella. Vuonna 1995 satotaso näytti jopa laskevan 100 %:n linuroniannoksella (Kuvat 3 ja 4). Vuosittaiset satovaihtelut olivat suuria. Linuronilla käsitellyiltä aloilta tuli satoa keskimäärin enemmän kuin aklonifeenillä käsitellyiltä. Kuitenkin useimmiten paras sato saatiin käsin peratuilta alueilta.

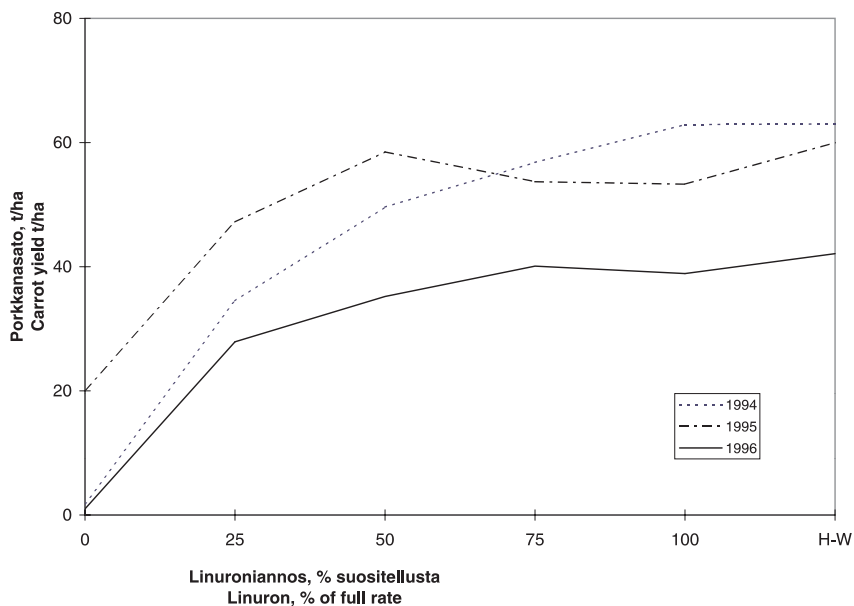
Vioitusherkeytyys riippuu torjunta-aineannoksesta

Molemmat torjunta-aineet aiheuttivat herkästi vioituksia porkkanan taimiin. Vioitukset näkyivät keltaisina laikkuina lehdisä ja pahimmillaan kasvun pysähtymisenä joksikin aikaa. Porkkana oli taimettumisen jälkeen herkempi aklonifeenille kuin linuronille. Kaikki aklonifeeniannokset vioittivat porkkanaa sen ollessa sirkkalehtiasteella ja suurimmilla annoksilla vielä 2–3-lehtiasteellakin. Vioitukset olivat pahimmillaan 10–30 % lehtialasta. Linuronivioitukset olivat sirkkalehtiasteella vastaavasti noin 5 %. Vuonna 1995 rikkakasvit ruiskutettiin juuri ennen porkkanan taimettumista, jolloin taimettuvien porkkanoiden vioitukset nousivat isoimmilla linuroni- ja aklonifeeniannoksilla kosteassa maassa jopa 25 %:iin.

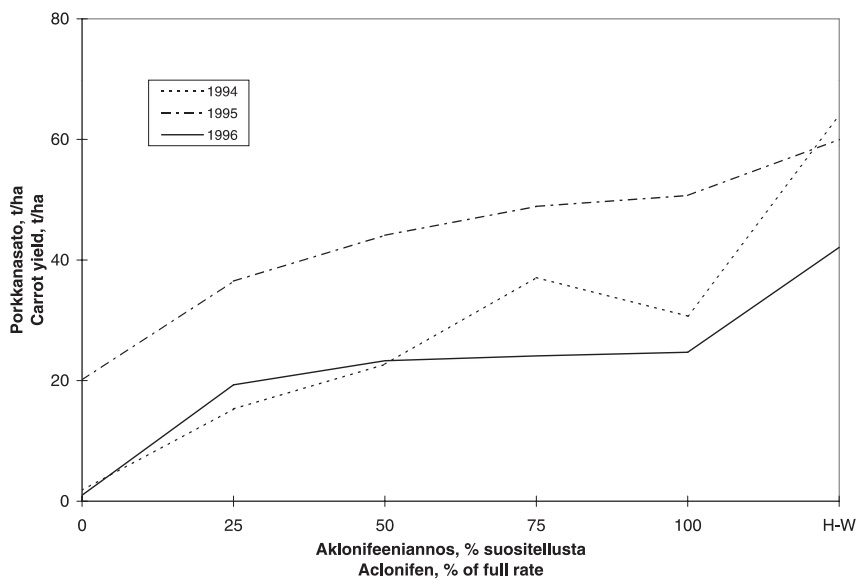
Tulosten tarkastelu

Pienetkin rikkakasvimäärät alentavat porkkanan satoa, minkä takia rikkakasvien torjuntatehon tulisi olla korkea. Linuronin ja aklonifeenin pienten annosten kokeet osoittivat, että porkkanalla torjuntaprosentin tulisi olla ainakin 90. Linuronin 75 %:n annostasolla päästiin useimmiten 90 %:n tehoon, mutta aklonifeenin vastaavalla annostasolla vain erinomaisissa ruiskutusoloissa. Tanskalaisten tutkijoiden mukaan (Mathiassen et al. 1996) mukaan pienten ainemäärien tehon vaihtelut ovat suuremmat kuin suositeltujen ainemäärien. Ruiskutettaessa pienillä ainemäärillä torjunta-aineita hyvin kestäviä rikkakasveja torjunnan onnistuminen riippuu ratkaisevasti ruiskutussäästä ja viljelykasvin kilpailukyvyistä. Riskinhallintaan liittyy sen vuoksi oleellisesti pellon rikkakasvien tunteminen ja ruiskutussään onnistunut arviointi. Näissä kokeissa ruiskutukset kuitenkin suoritettiin etukäteen sovittuna aikana päivällä, jolloin sää ei aina ollut ruiskutukselle otollinen. Aineet tehosivat parhaiten vuonna 1995, jolloin kummallakin ruiskutuskerralla sää oli pilvinen, ilman suhteellinen kosteus korkea ja maan pintakerros märkä. Maan kosteus ei kuitenkaan valmistajan mukaan (Brendstrup & Kloster 1998) vaikuta aklonifeenin tehoon, sillä aine ei kulkeudu kasviin juurien kautta. Sen sijaan lehtien ja juurten kautta kulkeutuvalla linuronilla maan kosteudella on suuri merkitys (Hance & Embling 1979). Vuonna 1995 75 %:n linuroniannos tehoi kaikkiin lohkon rikkakasveihin erinomaisesti ja aklonifeenikin muihin paitsi pillikkeeseen.

Aklonifeenin ja linuronin käyttöohjeissa suositellaan ruiskutuksia varastoporkkanalle joko ennen porkkanan taimettumista tai vasta sen ollessa 2–3-lehtiasteella, koska porkkana on taimettumisvaiheessaan arka näille aineille. Wijnandsin & Baumannin (1991) mukaan pieniä herbisidiannoksia käytettäessä on viljelykasvin kehitysvaiheen seuraamisen sijasta kuitenkin seurattava rikkakasvien kehitystä ja torjuttava sil-



Kuva 3. Linuroniannos ja porkkanasato. H-W=käsin perattu.
Figure 3. Doses of linuron and carrot yield. H-W=hand weeded.



Kuva 4. Aklonifeeniannos ja porkkanasato. H-W=käsin perattu
Figure 4. Doses of aclonifen and carrot yield. H-W=hand weeded.

loin, kun rikkakasvit ovat juuri taimettu-
neet. Kun omissa kokeissamme ensimmäi-
nen ruiskutus suoritettiin porkkanan ollessa
sirkkalehtiasteella, linuronin suositeltua
pienemmät annokset eivät voittaneet oleel-
lisesti porkkanaa. Myös norjalaisissa kokeis-
sa (Netland 1995) porkkana kesti sirkka-
lehtiasteella paitsi pieniä annoksia linuro-
nia, myös linuronin ja metributsiinin seosta.
Aklonifeenin kaikki annokset aiheuttivat
keltaisia laikkuja lehtiin, ja isoimmilla an-
noksilla kasvu näytti hidastuvan. Akloni-
feenin ja linuronin 75 %:n annoksella pork-
kanasato oli joka vuosi hieman parempi tai
yhtä suuri kuin 100 %:n annoksella. Koska
rikkakasvit vähenivät annoksen kasvaessa,
todennäköisin syys satotason laskuun oli
porkkanan taimien voittuminen herbisidi-
en vaikutuksesta.

Koska rikkakasvilajit taimettuvat eri ai-
koihin ja pitkän ajan kuluessa, yksi ruisku-
tus ei yleensä riitä. Peltolohkojen rikkakas-
veista taimettuivat kokeissamme ensim-
mäisenä jauhosavikat, ristikukkaiset kasvit
ja pillikkeet. Pelto-orvokit taimettuivat
vasta myöhemmin, eikä ennen porkkanan
taimettumista tehty ruiskutus vähentänyt
niiden määrää. Netlandin (1993) tutkimus-
ten mukaan ennen porkkanan taimettumis-
ta tehty ruiskutus onkin useimmiten turha.
Hän sai parhaan tuloksen ruiskuttaessaan
rikkakasvit porkkanan sirkkalehtiasteella
hyvin pienellä torjunta-aineannoksella ja toi-
sen kerran porkkanan ollessa 2-lehtiasteel-
la, jolloin annos valittiin rikkakasvien mää-
rän ja rikkakasvilajien mukaan. Omissa ko-
keissamme rikkakasvit torjuttiin kahtena
ensimmäisenä vuonna käyttöohjeen mukai-
sesti jaetuilla annoksilla ennen porkkanan
taimettumista ja porkkanan ollessa 2–3-
lehtiasteella, jolloin ruiskutusväliksi tuli
noin kolme viikkoa. Rikkakasvit olivat en-
simmäisellä ruiskutuskerralla sirkkalehtias-
teella, mutta toisen ruiskutuksen aikaan
pienimpiä annoksia saaneilla ruuduilla jo
4–8-lehtiasteella. Kolmantena vuonna ta-
voitteena oli ruiskuttaa rikkakasvit niiden
kehitysasteen mukaan. Ensimmäinen ruis-
kutus annettiin rikkakasvien ollessa sirk-
ka–2-lehtiasteella, mutta toisen kerran vas-

ta kuukauden kuluttua rikkakasvien 4–8-
lehtiasteella jatkuvien sateiden viivyttäessä
ruiskutuksia. Ruiskutusväliä lyhentämällä
ja ruiskutuskertoja lisäämällä olisi pienim-
milläkin annoksilla ehkä saatu tyydyttävä
tulos.

Jonkers (1991) suosittelee linuroniruis-
kutusta 1/4–1/6-annoksella normaalista
kiinnittymistä parantavan lisäaineen kans-
sa, kun rikkakasvit ovat sirkkalehtiasteella.
Ruiskutus on uusittava itävien rikkakasvien
määrästä riippuen 6–10 päivän kuluttua.
Torjunta-ainekustannukset vähenevät sil-
loin puolella. Omissa kokeissamme linuro-
nimäärän vähentäminen 25 %:lla pienensi
torjunta-ainekustannuksia noin 50 mk/ha.
Linuronia kalliimmilla torjunta-aineilla
säästötkin ovat suuremmat.

Omien ja pohjoismaisten (Netland
1993) kokeiden mukaan näyttää siltä, että
linuroniannosta voidaan hyvällä ruiskutus-
säällä ja rikkakasvien ollessa pieniä alentaa
kivennäismailla 25–50 %, jolloin Afalon-
nestettä ruiskutetaan kaksi kertaa ainemää-
rällä 0,5–0,75 l/ha. Torjunta-ainekustan-
nukset pienenevät silloin 50–100 mk/ha.
Aklonifeeniannostakin voidaan pienentää,
mikäli lohkolle ei ole akлонifeeniä kestäviä
lajeja tai jos se ruiskutetaan tankkiseoksena
tai peräkkäiskäsittelynä sellaisen aineen
kanssa, joka korvaa sen tehon puutteita.
Aklonifeeniä hyvin tai kohtalaisesti kestä-
viksi lajeiksi pillikkeiden lisäksi osoittautui-
vat pihasauniot, orvokit ja peltohatikat.

Suomessa viljellään porkkanaa noin
2000 ha:n alalla, josta suurin osa kivennäis-
maalajeilla. Eniten käytetyt rikkakasvihä-
vitteet porkkanalla ovat linuroni (Afalon-
neste) ja metoksuronin (Dosanex). Linuronin
myynti oli vuonna 1996 5500 kg ja metok-
suronin 2591 kg (Hynninen & Blomqvist
1997). Jos puolet porkkanan pinta-alasta
ruiskutettaisiin linuronilla ja käytettäisiin
25 % pienempiä ainemääriä, linuronin ku-
lutus vähenisi 225 kg:lla, mikä on noin 4 %
myydystä linuronin määrästä. Ilman pien-
ten annosten käyttöönottoa linuronin
myynti tulee todennäköisesti lisääntymään,
sillä metoksuronin ja prometryynin (Ges-
gard 50) käyttö loppuvat vuonna 1999. Li-

nuronin ruiskutus samalle lohkolle peräkkäisinä vuosina on kielletty, koska se hajoaa maassa hitaasti. Pienten ainemäärien käyttö vähentäisi myös linuronin jäämätasua maassa.

Pienten ainemäärien käytön edellytyksenä on, että viljelijä tuntee peltolohkojensa

rikkakasvit, jolloin hän pystyy valitsemaan tilanteeseen parhaiten soveltuvat aineet ja annokset. Pienten annosten käytössä on aina epäonnistumisen riski, jonka ammattitaitoinen vihannesviljelijä kuitenkin pystyy ennalta arvioimaan ja välttämään käyttöä silloin, kun riski on liian suuri.

Kirjallisuus

Brendstrup, I. & Kloster, I. 1998. Fenix (aclonifen)- et nyt ukrudtsmiddel I kartofler, ærter, gulerodder, pastinak, selleri, rodpersille og sætteløg. DJF rapport no. 2: 133–140.

Dobrzanski, A., Palczynski, J., Anyszka, Z. & Ulinska, Z. 1993. Possibilities of herbicide application with repeated reduced rates on onion and snap bean. In: Materials of the 32 nd research session of Institute of Plant Protection 1993: 125–128.

Hance, R. & Embling, S. 1979. Effect of soil water content at the time of application on herbicide content in soil solution extracted in a pressure membrane apparatus. Weed Research 19: 201–205.

Hynninen, E.J. & Blomqvist, H. 1997. Pesticide sales continue to slide as planned. Kemia-Kemi 24: 514–517.

Jensen, P.K. 1992. Split application of herbicides in pea. Weed Research 32: 295–302.

Jonkers, J. 1991. Waspeen. Oog gedeelde toepassing. Boerderij/Akkerbouw 76: 17.

Mathiassen, S., Kudsk, P. & Rydahl, P. 1996. Climatic adjustment factors in PC Plant Protection- experimental background. SP-Rapport-Statens Planteavlfsorsøg 3: 203–213.

Netland, J. 1993. Ugrasmiddel, doser og sprøjetid I gulrot. Faginfo 3: 246–251.

– 1995. Strategi for kemisk ugrasreinhald I gulrot. Faginfo 3: 271–273.

Thonke, K. 1993. Anvendelse af nedsatte doseringer. In: Ukrudtsbekæmpelse i landbruget. Statens Planteavlfsorsøg. p. 341–350. ISBN 87-88976-23-8.

Wijnands, F. & Baumann, D. 1991. Lage dosering, een ommekeer. Boerderij/Akkerbouw 76: 16–17

Rikkakasvit voi torjua myös liekittämällä

Petri Vanhala¹, Jukka Rahkonen², Eerikki Kaila³ ja Heikki Talvitie⁴

¹*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, petri.vanhala@mtt.fi*

²*Helsingin yliopisto, Maa- ja kotitalousteknologian laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto*

³*Työteho-seura, Maatalousosasto, PL 13, 05201 Rajamäki*

⁴*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Hyrköläntie 122, 32810 Peipohja*

Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitoksen, Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinuojelun vastuualueen ja Työteho-seuran tekemässä tutkimuksessa selvitettiin nestekaasuliekityksen käyttöä avomaanvihannesten rikkakasvien torjunnassa.

Tutkimuksen teknisessä osassa suunniteltiin kaksi suuritehoista liekityslaitetta: nelirivinen liekitin sipulin valikoivaa liekitystä varten ja kahdeksanrivinen liekitin punajuuren kokoala- ja riviväliliekitystä varten. Laitteiden rakentamisessa käytettyjä ratkaisuja voidaan soveltaa muidenkin vihannesten liekittämiseen tarkoitettujen 4–8-rivisten laitteiden suunnitteluun.

Tutkimuksen biologisessa osassa kehitettiin ratkaisuja istukassipulin, porkkanan, kaalin ja punajuuren rikkakasvien torjuntaan. Tulosten perusteella sipulin rikkakasvien torjunnasta selvittää kahdella liekityk-

sellä, kun jälkimmäinen liekitys ajoitetaan rikkakasvien taimettumisen mukaan. Porkkanan ja punajuuren kokoalaliekityksen torjuntavaikutusta voidaan tehostaa teemmällä kylvömuokkaus noin viikko (punajuurella vieläkin enemmän) ennen kylvöä. Hieman kokoa kasvaneet sipuli, punajuuri ja kaali kestävät rivinkohdan liekitystä.

Työntutkimusosassa verrattiin kemiallisen ja kemikaalittoman rikkakasvien torjunnan kustannuksia vihannesviljelyssä. Kustannuslaskelmat tehtiin istukassipulin, keräkaalin ja punajuuren rikkakasvien torjunnalle. Laskelmien mukaan sipulilla ja keräkaalilla kemikaaliton torjunta voi olla kemiallista torjuntaa halvempaa, kun viljelyalat ylittävät 5–10 hehtaaria. Punajuuren kemikaaliton torjunta on kemiallista torjuntaa kalliimpaa myös suurilla pinta-aloilla.

Avainsanat: avomaanvihannekset, fysikaalinen torjunta, kustannukset, liekitys, luonnonmukainen viljely, rikkakasvit, terminen torjunta

Weed control by flaming

Abstract

The feasibility of controlling weeds in vegetable crops by flaming was studied in a project run jointly by the Department of Agricultural Engineering and Household Technology, University of Helsinki; the Institute of Plant Protection, Agricultural Research Centre of Finland; and the Work Efficiency Institute.

In the technical part of the project, two tractor-mounted flame weeders were designed and constructed: a four-row flamer for selective flaming in set onion and an eight-row flamer for non-selective flaming, and flaming between rows of red beet.

The biological part of the project studied the best methods for flame weeding in set onion, carrot, cabbage and red beet crops. Our results showed that weeds in set onion can be controlled with two flame treatments. The second, selective flaming should

be done when most of the weeds have germinated but still small. In carrot and red beet, the effect of non-selective flaming can be enhanced by sowing about 1 week (in red beet even later) after seedbed preparation. Onion, red beet and cabbage tolerate flaming in the crop row, when they have gained some size.

The work efficiency studies compared the costs of chemical and non-chemical weed control in vegetables. Cost calculations were performed for set onion, cabbage and red beet. It was found that for set onion and cabbage, non-chemical methods can be cheaper than the chemical method when the crop area exceeds 10 hectares. For red beet, however, non-chemical weed control is more expensive, even in large crop areas.

Key words: costs, flaming, organic agriculture, physical control, thermal control, vegetables, weeds

Johdanto

Kemialliselle rikkakasvien torjunnalle etsitään vaihtoehtoja. Yhtenä syynä on luonnonmukaisesti viljeltyjen elintarvikkeiden kysynnän lisääntyminen, mikä yhdessä valtion tukitoimien kanssa on saanut monet viljelijät muuttamaan tuotantosuuntaansa. Toisaalta kemikaalittoman rikkakasvien torjunnan yleistymistä ns. tavanomaisessa viljelyssä jouduttavat monet syyt: torjunta-aineita sietävien rikkakasvien yleistyminen, kemikaalien käytön rajoittaminen lainsäädännöllä, huoli torjunta-aineiden ympäristövaikutuksista sekä erikoisviljelyssä käytettävien torjunta-aineiden korkea hinta.

Rikkakasvien torjunta saattaa olla vaikea tehtävä, ellei kemikaaleja voida tai haluta käyttää. Torjuntamenetelmän tulisi olla tehokas, luotettava ja helppokäyttöinen, ympäristöä vähän rasittava sekä kustannuksiltaan kohtuullinen. Nestekaasuliekitys on osoittautunut hyvin käyttökelpoiseksi tavaksi torjua rikkakasveja vihannsviljelmiltä. Helsingin yliopiston maa- ja kotitalousteknologian laitoksen, Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) kasvinuojelun vastuualueen ja Työtehoseuran tekemässä tutkimuksessa selvitettiin nestekaasuliekityksen käyttöä avomaanvihannesten rikkakasvien torjunnassa. Tutkimuksia tehtiin edellä mainittujen tahojen lisäksi MTT:n Satakunnan tutkimusasemalla (sittemmin vihanniskoepaikka) sekä vihannestiloilla. Tutkimus on raportoitu erillisessä julkaisussa (Rahkonen et al. 1998), joten tässä esitetään vain lyhyt katsaus tuloksiin.

Traktorisoitteiset liekittimet sipulin ja punajuuren viljelyyn

Tutkimuksessa suunniteltiin ja rakennettiin traktorin taakse asennettava nelirivinen

liekitin käytettäväksi valikoivaan liekitykseen sipulin viljelyssä sekä traktorin etunosolaitteeseen kiinnitettävä kahdeksanrivinen liekitin käytettäväksi kokoala- ja riviväliliekitykseen punajuuren viljelyssä. Molempia liekittimiä on käytetty yli kymmenen hehtaarin alalla, ja ne ovat osoittautuneet teknisesti luotettaviksi ja käyttöominaisuuksiltaan hyviksi. Neliriviselle liekittimelle on mitattu työntuotokseksi 0,3 hehtaaria tunnissa ja kahdeksanriviselle liekittimelle 0,5 hehtaaria tunnissa. Molempien liekittimien kapasiteetti riittää omissa käyttötarkoituksessaan noin 20–30 hehtaarin viljelyalan rikkakasvien torjuntaan vuodessa.

Soveltamalla näissä kahdessa liekittimessä käytettyjä teknisiä ratkaisuja voidaan helposti suunnitella 4–8-rivisiä, traktorin eteen tai taakse asennettavia liekittimiä sekä valikoivaan liekitykseen että kokoala- ja riviväliliekitykseen tasamaalla. Samat liekittimet sopivat sipulin ja punajuuren lisäksi suurelle joukolle muita vihanneksia. Harjuissa tai penkeissä kasvatettavien kasvien liekitykseen ei tässä yhteydessä etsitty ratkaisuja.

Polttoaineena käytettävän nestekaasun höyrystämistä varten asennettiin molempiin liekittimiin nestekaasulla lämmitettävät höyrystimet, joiden höyrystysteho on vähintään 40 kg tunnissa. Teho on varmasti riittävä, sillä liekittimet kuluttavat kaasua 20–30 kg tunnissa. Minkäänlaisia höyrystysongelmia ei olekaan ollut, ja höyrystimet ovat toimineet moitteettomasti. Höyrystimen huonona puolena on hinta, joka on yli 20 000 markkaa. Tätä halvempia höyrystimiä liekityskäyttöön on tuskin tulossakaan, sillä määräysten mukaan ja turvallisuuden vuoksi höyrystimen täytyy olla tyyppihyväksytty, eikä hyväksynnän hankkiminen erityisesti liekittimiin tarkoitettulle höyrystimelle kannata. Sarjatuotantoiset liekittimien teholuokan höyrystimet ovat taas yleensä sähkölämmitteisiä, ja niiden muuttaminen kaasulämmitteiseksi aiheuttaa liiskustannuksia.

Liekittimen hinnan pitämiseksi kohtuullisena kannattaa ensisijaisesti pyrkiä tu-

lemaan toimeen ilman höyrystintä. Tutkimustemme mukaan neliriviselle höyrystimelle saadaan riittävästi kaasua, jos liekittimessä käytetään kolmea 11 kg:n kaasupulloa, jotka on upotettu lämpimään veteen. Vettä tarvitaan 30–40 litraa pulloa kohti; veden lämpötila saa olla korkeintaan 40 °C, mutta liekityksen aikana sitä ei tarvitse lämmitellä. Tällä järjestelyllä voidaan selvittää noin viiden hehtaarin liekittettävään alaan asti, jos vähintään 20-asteista vettä saadaan kohtuullisella vaivalla pellolle. Suuremmilla pinta-aloilla tarvitaan joko lämmitettävä vesihaude tai höyrystin. Liekittimen kaasunkulutuksen ylittäessä 20 kg tunnissa alkaa höyrystin olla välttämätön.

Istukassipulin liekityksen oikea ajoitus

Istukassipulin rikkakasvien liekityksen ajoitusta tutkittiin kenttäkokeissa vuosina 1995–97. Rikkakasvit liekittiin ensimmäisen kerran, kun sipulin naatti oli 5 cm:n mittainen. Tällöin liekittiin sekä rivit että rivivälit. Kaasua käytettiin 60 kg/ha koteloiduin polttimin. Toinen (ja kolmas) liekitys tehtiin, kun sipuli oli 20, 30 tai 40 cm:n mittaista. Toisessa ja kolmannessa liekityksessä liekki suunnattiin sivulta riviin 40 asteen kulmassa maahan nähden siten, että se osui vain sipulin naatin alaosaan maanrajassa. Liekityksessä käytettiin annoksia, jotka 40 cm:n rivivälillä vastaavat 48 kg (vuosina 1995 ja 1996) tai 24 kg (vuonna 1997) nestekaasua hehtaaria kohti yhdellä käsittelykerralla. Rikkakasveja ei perattu käsin.

Vuoden 1995 kokeessa saatiin kaikilla toisen liekityksen ajoituksilla hyvä torjuntatulos; paras torjuntateho saatiin toistamalla valikoiva liekitys sekä 20 cm:n että 40 cm:n mittaisessa sipulin naatistossa. Myös vuonna 1996 saatiin rivin kohdassa paras teho rikkakasveihin liekittämällä valikoivasti kaksi kertaa (sipulin naatti 20 ja 40 cm), mutta suunnilleen samaan tulokseen päästiin yhdellä valikoivalla liekityksellä,

kun sipulin naatti oli 30 cm:n mittainen (Kuva 1). Vuonna 1997 jäi ensimmäisestä liekityksestä rikkakasveja, jolloin ne olivat suurehkoja valikoivien liekitysten aikaan. Niinpä 20 cm:n mittaisen sipulin liekitys vielä tehoi jonkin verran, mutta 40 cm:n mittaisen sipulin liekitys ei enää tehonnut riittävästi suuriksi ehtineisiin rikkakasveihin.

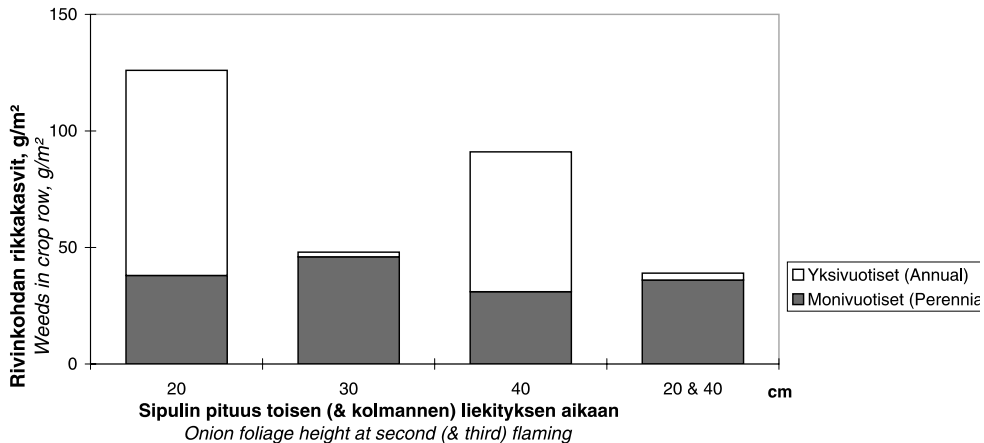
Eri vuosina otollisin liekitysjankohta osuu sipulin eri kasvuvaiheeseen riippuen rikkakasvien taimettumisen ajoittumisesta. Useimpina vuosina päästään kohtuulliseen tulokseen, kun liekitetään naattien ollessa 30 cm korkeita.

Aikaistettu kylvömuokkaus ja porkkanan rikkakasvien liekitys

Porkkanan rikkakasvien kemikaalitonta torjuntaa tutkittiin kenttäkokeissa vuosina 1995–1996. Tutkimuksen yksi tavoite oli pyrkiä aikaistamaan rikkakasvien taimettumista muokkaamalla kylvöalusta joitakin päiviä ennen porkkanan kylvöä. Tällöin ennen porkkanan taimettumista tehtävä liekitys torjui enemmän rikkakasveja rivistä, kuin jos porkkana kylvettäisiin välittömästi kylvömuokkauksen yhteydessä.

Kun porkkanan kylvöalusta muokattiin kylvövalmiiksi 5–7 päivää ennen kylvöä, ehti yli 75 % rikkakasveista taimettua ennen porkkanaa, jolloin ne saatiin torjuttua liekittämällä. Sen sijaan normaalisti kylvön yhteydessä muokatun maan rikkakasveista taimettui vain 25–35 % ennen porkkanaa (Taulukko 1).

Aikaistettu kylvömuokkaus lisäsi rikkakasvien määrää ennen porkkanan taimettumista, mikä paransi liekityksen tehoa huomattavasti. Menetelmän soveltamista rajoittavat säätekijät kylvöaikaan sekä porkkanan käytettävissä olevan kasvuajan lyhe-



Kuva 1. Kasvustossa elokuussa olleiden rikkakasvien määrän riippuvuus toisen (ja yhdessä tapauksessa myös kolmannen) liekityksen ajoituksesta vuonna 1996. Ensimmäinen liekitys tehtiin, kun sipulin naatti oli 5 cm:n mittainen. Paras liekitysajankohta (sipulin kasvun mukaan) vaihteli vuosittain.

Figure 1. Number of weeds in onion, assessed in August, as affected by timing of second (and in one case also third) flaming in 1996. The first flaming was done when onion leaves were 5 cm long. The optimum time of flame treatment varied (in relation to onion growth) from year to year.

neminen. Kylvömuokkauksen ja kylvön väliin jätettävä aika on kompromissi saavutetun torjuntaedun ja porkkanan kasvuajan välillä. Samaa aikaistetun kylvömuokkauksen periaatetta voidaan hyödyntää myös käytettäessä ennen porkkanan taimettamista ruiskutettavia lehtivaikutteisia rikkakasvien torjunta-aineita.

Keräkaali sietää liekitystä

Istutettu kaalintaimi on kasvukauden alussa kookkaampi kuin siemenrikkakasvit. Koska valikoivan, riviin suunnatun liekityksen käyttö vaikutti mahdolliselta, tutkimme laboratorio-oloihin kehittämällämme menetelmällä kaalin liekityksensietoa.

Astioissa kasvavan kaalin (lajike 'Castello') taimia liekitettiin kahdessa eri kehitysvaiheessa (I: pituus 5–10 cm, 4 lehteä; II: pituus 12–18 cm, 6–7 lehteä) eri käsittelyvoimakkuuksilla ja erilaisella liekin suuntauksella. Liekityskäsittelyt tehtiin Helsingin yliopiston Maa- ja kotitalousteknologian

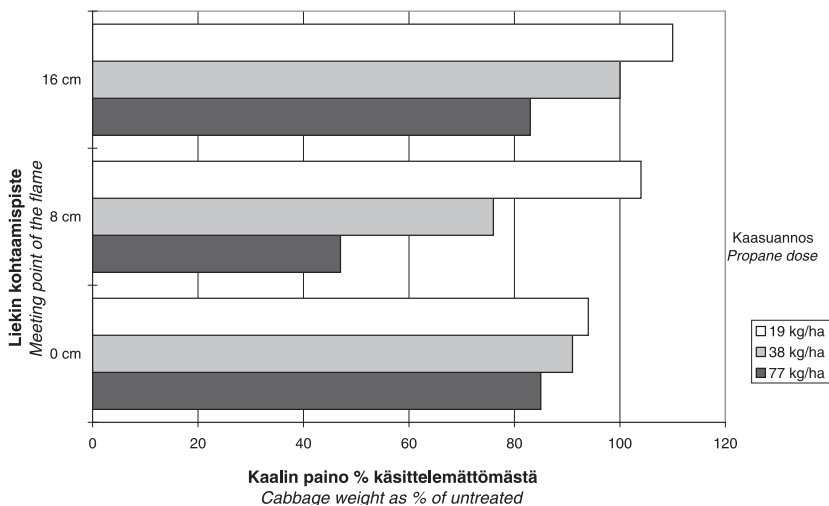
laitoksen laboratorioradalla. Liekki suunnattiin sivulta 40 asteen kulmassa a) kaalin tyvelle (0 cm); b) puoliväliin kaalia; c) kaalintaimen yläosaan.

Nelilehtinen kaali kesti varovaista liekitystä kaasuannoksella 19 kg/ha (laboratorio-kokeissa annos laskettu kaikilla kasveilla 32 cm:n rivivälille), mutta 38 kg/ha verotti jo kaalin kasvua. Kuusi-seitsemänlehtinen kaali kesti jo verraten hyvin 38 kg/ha:n annoksia, ja pienin vaurioin jopa 77 kg/ha, kun liekki suunnattiin niin, ettei se päässyt vaurioittamaan kasvupistettä ja nuorimpia lehtiä (Kuva 2). Pahimmat vauriot aiheutti puoliväliin, lähelle kasvupistettä suunnattu liekki.

Rikkakasvien liekittäminen kaalin varhaisissa kasvuvaiheissa vaatii siis tarkkuutta. Jos liekitysvoimakkuus valitaan oikein ja liekin suuntauksesta sekä korkeudensädöstä huolehditaan, voidaan valikoivaa liekitystä käyttää kaalinviljelyssä. Menetelmää testattiin myös kenttäkokeessa somerolaisella vihannestilalla kesällä 1997. Liekitettäessä kaali oli jo verraten suurta, noin 10-lehtistä ja 21 cm korkeaa, eikä liekitys heikentänyt kaalin saantoa.

Taulukko 1. Kylvömuokkauksen ajoitus ja liekityksen torjuntavaikutus vuosina 1995 ja 1996
Table 1. Timing of seedbed preparation and control effect of flaming in 1995 and 1996

| Vuosi Year | Kylvö- muokkaus Seedbed preparation | Kylvö Sowing | Yksivuotisia rikkakasveja (kpl/m ²) Annual weeds (number/m ²) | | | |
|---------------|--|-----------------|--|--|--|--|
| | | | Liekityspäivänä On flaming date (14.6.1995 tai/or 5.6.1996) | 5 päivää liekityksestä 5 days after flaming | 13 päivää liekityksestä 13 days after flaming | 21 päivää liekityksestä 21 days after flaming |
| 1995 | 1.6. | 6.6. | 172 | 16 | 28 | |
| | 6.6. | 6.6. | 60 | 46 | 57 | 458 |
| 1996 | 21.5. | 28.5. | 653 | 48 | | 194 |
| | 28.5. | 28.5. | 174 | 108 | | 458 |



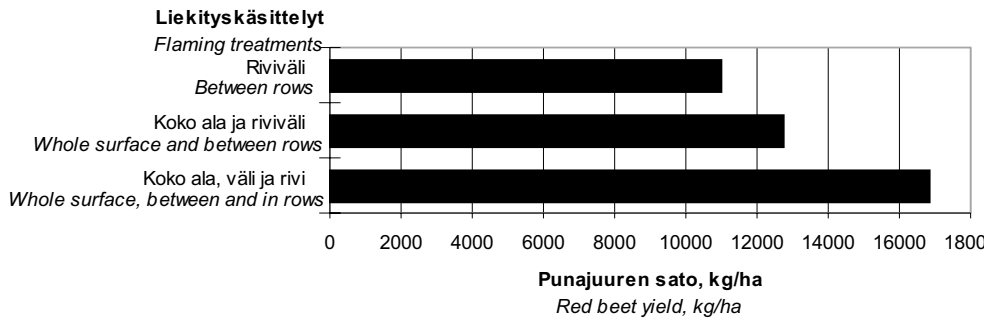
Kuva 2. Eri voimakkuuksilla liekitettyjen kaalien (pituus liekitetessä 12–18 cm, 6–7 lehteä) tuorepaino suhteessa liekittämättömään kaaliin (23,1 g = 100 %) kahden viikon kuluttua liekityksestä. Kaasumäärät ovat laskennallisia annoksia 32 cm:n rivivälillä.

Figure 2. Mean fresh weights of cabbage plants (height 12–18 cm, 6–7 leaves at treatment) in relation to untreated cabbage (23.1 g = 100%) 2 weeks after flaming. Propane doses are given for theoretical 32 cm row space.

Liekitys soveltuu myös punajuuren viljelyyn

Liekitystä punajuuren rikkakasvien torjuntaan kehitettiin yhteistyössä huittislaisen vihannesviljelijän kanssa. Kesällä 1996 lie-

kitystä käytettiin runsaan kahden hehtaarin lohkona osana kemikaalitonta torjuntaa sekä neljän hehtaarin alalla yhdistettynä kemialliseen torjuntaan. Tällöin tehtiin yksi rikkakasvien torjuntakäsittely liekittämällä ja yksi torjunta-aineruiskutus puolitetuin annoksin (Betasana 2 l/ha + Goltix 1 kg/ha). Tällä torjuntajohdosten yhdistelmällä



Kuva 3. Punajuuren kauppakelpoinen sato eri torjuntakäsittelyillä vuonna 1997. Nestekaasua nokset: koko alan liekitys 22 kg/ha, rivivälin liekitys 30 kg/ha, rivin liekitys 24 kg/ha. Liekityksen säksi lohko harattiin kahdesti (19.6. ja 13.7.) ja perattiin kerran (n. 15.7.).

Figure 3. Marketable yield of red beet in different treatments in 1997. Propane doses: Who surface flaming 22 kg/ha, flaming between rows 30 kg/ha, flaming in rows 24 kg/ha. In addition the field was hoed twice (19 June and 13 July) and hand-weeded once (around 15 July).

päästiin hyvään tulokseen.

Vuonna 1996 liekitykset tehosivat useimpiin yksivuotisiin rikkakasveihin (mm. jauhosavikka, pelto-orvokki, peippi) hyvin, mutta liekityksen teho mataraan ei ollut hyvä. Vuonna 1997 liekitys tehoi hyvin savikkaan ja orvokkiin, mutta juolavehnan versot kasvoivat uudelleen liekityksen jälkeen. Pillike ja kiertotatar olisivat vaati- neet voimakkaamman liekityskäsittelyn.

Kesällä 1997 laitetta käytettiin neljän hehtaarin punajuurilohkolla, joka oli siirtymävaiheen jälkeen ensimmäistä vuotta luomuviljelyssä. Vuonna 1997 kylvömuokkauksen ja kylvön väli oli 12 vuorokautta, joten rikkakasveilla oli runsaasti etumatkaa taimettua ennen punajuurta. Niinpä ennen punajuuren taimettumista tehty liekitys saavutti suuren osan rikkakasveista. Neljä päivää käsittelyn jälkeen oli liekitetyissä kohdissa 34 (liekityksen jälkeen taimettunutta) rikkakasvia neliometrillä, liekittämättömässä 122 rikkakasvia neliometrillä. Onkin suositeltavaa, että maa muokataan kylvökuntoon ajoissa, mutta punajuuri kylvetään vasta, kun rikkakasvit alkavat taimettua. Täten saadaan suuri osa rikkakasveista taimettumaan ennen liekitystä.

Rivivälien liekitys sujui ongelmitta. Myös rikkakasvien liekitystä punajuuririvistä kokeiltiin kesällä 1997 (Kuva 3). Yhden kesän kokemuksen perusteella näyttäisi

siltä, että punajuuri kestää valikoivaa liekitystä rivistä noin 10 cm:n mittaisesta alkaen.

Liekityksen työnmenekki ja hehtaarikustannus

Liekityksen työnmenekkiin vaikuttavat eniten ajonopeus ja koneen työleveys. Traktoriliekittimen ajonopeus on 2–4 km/h liekitysmenetelmästä riippuen. Sopivaan ajonopeuteen vaikuttavat mm. viljelykasvin ja rikkakasvien laji ja kehitysaste, rikkakasvien määrä, kosteusolot ja polttimissa käytetty kaasunpaine. Vihannesviljelyyn soveltuvien traktoriliekittimien työleveydet vaihtelevat 1,6 metristä (nelirivinen) 3,2 metriin (kahdeksanrivinen) viljelykasvin kylvö- tai istutuskoneen työleveyden mukaan. Työleveydeltään yli 3,2 metrin traktoriliekittimen toimivuutta saattaa vaikeuttaa kaasunsaanti pulloista.

Liekityksen suoritusajan työnmenekki ilmoittaa teholliseen työhön kuluvan ajan yhtä käsittelykertaa kohti (Taulukko 2). Teholliseen työnmenekkiin on laskettu ajoajan lisäksi käännoksiin, häiriöihin, tarkastuksiin ja pullojen vaihtoon kuluva aika. Yhden pullon vaihtoon kuluu aikaa noin

Taulukko 2. Liekityksen suoritusajan työnmenekki ja työntuotos.
Table 2. Labour consumption and capacity of flaming.

| Menetelmä (ajonopeus, työleveys) <i>Method (driving speed, working width)</i> | Työnmenekki <i>Labour consumption</i> min/ha | Työntuot <i>Capacit</i> ha/h |
|--|--|------------------------------------|
| Valikoiva liekitys (3 km/h, 1,6 m) <i>Selective flaming</i> | 163 | 0,37 |
| Riviväliliekitys (2 km/h, 1,6 m) <i>Flaming between rows</i> | 235 | 0,26 |
| Riviväliliekitys (2 km/h, 3,2 m) <i>Flaming between rows</i> | 130 | 0,46 |

neljä minuuttia ja 33 kg:n pullo riittää suunnilleen yhden hehtaarin liekitykseen, joten pullojen vaihdon vaikutus työnmenekkiin on pieni. Liekityksen työnmenekki on pienemmän ajonopeuden ja työleveyden takia moninkertainen ruiskutukseen verrattuna. Traktoriliekittimen työntuotos on 0,3–0,5 hehtaaria tunnissa.

Liekityksen kokonaiskustannukset muodostuvat työkoneen kiinteistä kustannuksista, traktorityöstä, ajajan palkasta, kaasunkulutuksesta ja pullojen vuokrasta. Korko- ja poistokustannus on laskettu annuiteettina käyttäen 5 %:n korkokantaa. Liekittimen käyttöäksi on arvioitu 12 vuotta ja vuotuisen kunnossapitoon kuluu noin 2 % hankintahinnasta. 4-rivisen traktoriliekittimen hankintahintana on laskelmissa käytetty 41 000 markkaa (alv 0 %).

Kokoalaliekityksessä kaasunkulutus on noin 30–40 kg/ha, riviväliliekityksessä ja valikoivassa liekityksessä kaasua tarvitaan hieman vähemmän. Nestekaasukilon arvonlisäveroton hinta vaihtelee 6–8 markan välillä pullokoosta ja ostettavan erän suuruudesta riippuen. Nestekaasukustannus on 250–300 mk/ha eli kilpailukykyinen kemiallisen torjunnan torjunta-ainekustannuksen kanssa. 33 kg:n pullon vuokra on keskimäärin 1,10 mk/päivä, joten vuokratulot lisäävät torjunnan hehtaarikustannusta vain 10–20 markalla. Traktorityön veroton tuntihinta kuljettajan palkka mukaan lukien on noin 100 mk/tunti, joten liekityksen muuttuvat kustannukset ovat yh-

teensä 450–500 mk/ha (Taulukko 3).

Liekityksen hehtaarikustannukseen vaikuttaa eniten liekittimestä aiheutuvat konekustannukset. Liekittimen hehtaarikustannuksia laskettaessa avainasemassa on koneen vuotuinen käyttömäärä. Konekustannuksen pitämiseksi kohtuullisena traktoriliekittimellä pitäisi voida liekittää yli 10 hehtaaria vuodessa. Tällöin liekityksen hehtaarikustannus olisi noin 1 000 markkaa ja se olisi kilpailukykyinen esimerkiksi istukassipulin ja keräkaalin kemiallisen torjuntaan verrattuna.

Liekitystutkimuksen yhteenveto

Liekittämällä voidaan helposti torjua useiden hehtaarien suuruisen vihannesanalan rikakasvit. Esimerkiksi tämän tutkimuksen yhteydessä suunnitelluilla liekittimillä voidaan tunnissa liekittää 0,3–0,5 hehtaarin ala.

Liekitys on muuttuvien kustannustensa puolesta edullinen torjuntamenetelmä. Kertaliekitykseen tarvittavan nestekaasun hinta on noin 250 mk/ha eli selvästi vähemmän kuin kemiallisen torjunnan torjunta-ainekustannus. Traktorityön hinta liekityksessä kuljettajan palkka mukaan lukien on noin 100 mk/tunti, joten liekityksen muuttuvat kustannukset ovat yhteensä noin 500 mk/ha (hinnat vuoden 1997 mukaan, työn-

Taulukko 3. Viljelyalan vaikutus valikoivan liekityksen hehtaarikustannukseen
Table 3. Effect of cultivated area on total operating cost (FIM/ha) of selective flaming

| | Viljelyala (ha) Cultivated area | | | |
|---|------------------------------------|-------|-------|-----|
| | 2,5 | 5 | 10 | 20 |
| Muuttuvat kustannukset (mk/ha) Variable costs (FIM/ha) | 470 | 470 | 470 | 470 |
| Konekustannus (mk/ha) Machine costs (FIM/ha) | 2 180 | 1 090 | 540 | 270 |
| Hehtaarikustannus (mk/ha) Total operating costs (FIM/ha) | 2 650 | 1 560 | 1 010 | 740 |

tuotos 0,4 ha/h).

Liekityksen taloudellisuutta heikentää suuri konekustannus. Liekitin on vähintään yhtä kallis laite kuin kasvinsuojeluruisku, mutta sen vuotuinen käyttö jää monesta syystä paljon ruiskun käyttöä vähäisemmäksi: Liekitys on ensiksikin selvästi ruis-kutusta hitaampaa. Toiseksi liekitys pitää ajoittaa tarkemmin viljelykasvin ja rikkakasvien kehitysasteen mukaan. Kolmanneksi kasvinsuojeluruiskua voidaan käyttää miltei kaikkien viljelykasvien rikkakasvien torjuntaan, mutta liekitintä voidaan käyttää lähinnä vihannesten viljelyssä. Konekustannusten pitämiseksi kohtuullisena laitteilla pitäisi pyrkiä liekittämään vähintään 10 hehtaaria vuodessa. Tällöin liekitys tulisi maksamaan 1000–1500 mk/ha eli vähemmän kuin esimerkiksi istukassipulin ja keräkaalin kemiallinen torjunta.

Oikeaan aikaan tehty liekitys torjuu yksivuotisia rikkakasveja hyvin, ja teho on verrattavissa kemiallisen torjunnan tehoon. Valikoivaa liekitystä sietävillä vihanneksilla ei kahteen kertaan tehdyn liekityksen lisäksi

si juuri muuta rikkakasvien torjuntaa tarvita. Menetelmä on tällöin myös kustannuksiltaan kilpailukykyinen, kun otetaan huomioon konekustannuksen vaikutuksen liekityksen kokonaiskustannuksiin. Verrattaessa liekitystä ja kemiallista torjuntaa istukassipulilla todettiin, että torjuntatulosta ja sadon määrää ei niinkään ratkaissut valittu torjuntamenetelmä, vaan se, kuinka menetelmän käytössä onnistuttiin.

Viljelykasveilla, jotka eivät siedä valikoivaa liekitystä, ei pelkällä liekityksellä päästä yhtä hyvään torjuntatulokseen kuin kemiallisella torjunnalla. Koska rivin kohdan rikkasveja ei voida kasvukauden aikana liekittää, pitää ne yleensä torjua kemiallisesti tai kitkeä käsin.

Tutkimuksen yhteydessä rakennetuista liekittimistä saadut hyvät kokemukset osoittavat, että nykyisinkin markkinoilla olevista liekittimen osista voidaan rakentaa hyvin käyttökelpoisia liekittimiä. Liekityslaitteiden kehittämiseksi on kuitenkin vielä suuri tarve.

Kirjallisuus

Rahkonen, J., Vanhala, P. & Kaila, E. 1998. Vihannesten rikkakasvien torjunta liekittämällä. Helsinki: Helsingin yliopisto. Maatalousteknologian

julkaisuja 22. 70 p. + 3 liitettä. ISSN 1235-3957, ISBN 951-45-8114-8.

Kasvisten sisäinen laatu ja varastokestävyys

Kasvisten sisäiseen laatuun vaikuttavat tekijät

Aino-Maija Evers

Helsingin yliopisto, Kasvintuotantotieteen laitos, Puutarhatiede, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto, aino-maija.evers@helsinki.fi

Kasvisten sisäinen laatu -hankkeen tavoitteena oli koota yhteen Suomessa ja Skandinaviassa tehdyt tutkimukset, joissa on selvitetty viljelytekniikan vaikutusta kasvisten laatuun. Lisäksi tavoitteena oli selvittää kenttäkokein ja analysein, miten optimia pienemmät typpimäärät ja kastelu vaikuttavat lehtisellerin ja lantun satoon ja sisäiseen laatuun ja miten erilaiset harjut ja kylvötiheys vaikuttavat porkkanan satoon ja

sisäiseen laatuun.

Tutkimuksen päätuloksina todettiin, että typpilannoitusta voidaan vähentää sisäisen laadun kärsimättä. Kastelun vaikutusta sisäiseen laatuun pitäisi tutkia lisää, sillä kastelu näyttää heikentävän hieman sisäistä laatua. Tasamaa ja pieni harju tuottivat yhtä hyvän sisäisen laadun, mutta suuri harju huononsi sisäistä laatua sääoloiltaan huonona kasvukautena.

Avainsanat: kastelu, lannoitus, lanttu, porkkana, selleri, sisäinen laatu, viljelytekniikka

Effects of cultivation practises on vegetable internal quality

Abstract

The internal quality of vegetables was studied as part of VIVI project. The aim was to collect and analyse all the data produced during the last decades in Scandinavia and in Finland, with field experiments and plant analyses, to study the effect of lower nitrogen rates, with and without irrigation, on the internal quality of celery and swede, and also the impact of soil forming and plant density on the internal quality of carrot. The present summary does not refer to the literature, as all citations can be found in the

referred articles.

The field experiments showed that nitrogen fertilization can be reduced without any loss of internal quality, but that the effect of irrigation requires further study, because we found indications that irrigation may reduce internal quality. Flat land and small ridges produced good internal quality, but broad and compacted broad ridges reduced internal quality under bad weather conditions.

Key words: carrot, celery, fertilization, internal quality, irrigation, swede

Johdanto

Kiristynyt kilpailu markkinoilla ja kestävä kehityksen mukanaan tuoma uudenlainen näkemys ympäristön hoidosta ovat luoneet paineita kehittää viljelytekniikkaa. Tavoitteena on löytää sellainen viljelytekniikka, joka soveltuu mahdollisimman hyvin nykytilanteeseen taloudelliselta ja ekologiselta kannalta katsottuna sekä tuottaa korkealaatuisia kotimaisia tuotteita.

Tässä tutkimuksessa koottiin yhteen Suomessa ja Skandinaviassa tehdyt tutkimukset, joissa on selvitetty viljelytekniikan vaikutusta kasvisten laatuun. Lisäksi tavoitteena oli selvittää kenttäkokein ja analyysien, miten optimia pienemmät typpimäärät ja kastelu vaikuttavat lehtisellerin ja lantun satoon ja sisäiseen laatuun ja miten erilaiset harjut ja kylvötiheys vaikuttavat porkkanan satoon ja sisäiseen laatuun.

Vaikutukset vitamiinipitoisuuksiin

Kirjallisuustutkimuksen mukaan (Evers 1994a, 1994b) genotyypillä ja valon intensiteetillä on hyvin voimakas vaikutus kasvisten C-vitamiinipitoisuuteen: kasvilajien ja -lajikkeiden väliset erot ovat suuret, ja mitä enemmän valoa kasvit saavat, sitä suurempi on niiden C-vitamiinipitoisuus. Eriytyisen tärkeää on valon määrä pari viikkoa ennen sadonkorjuuta. Mansikalla ja tomaatilla on todettu, että C-vitamiinipitoisuudet ovat suurimmat hedelmissä, jotka ovat valossa eli joissa lehtien varjostus ei ole alentanut C-vitamiinipitoisuutta. Kohtuullisilla typpilannoitustasoilla typpilannoituksen merkitys on ollut vähäinen, mutta liian suuri typpimäärä alentaa C-vitamiinipitoisuutta lievästi. Kokeissamme käytimme optimaalista ja alhaisia typpimääriä (90, 60 ja 30 kg N/ha), ja jo näillä määrillä havaittiin typpilannoituksen C-vitamiinipitoisuutta alentava vaikutus (Evers et al. 1997a,

1998). Koska kirjallisuudessa ei ollut tietoja kastelun vaikutuksesta C-vitamiinipitoisuuteen, tutkimme sitä kokeissamme. Tulokset osoittavat, että kastelu alentaa lantun ja lehtisellerin C-vitamiinipitoisuutta (Evers et al. 1997a, 1998). Kastelemattoman koejäsenen C-vitamiinipitoisuudet olivat noin viidenneksen korkeammat kuin kastellun koejäsenen pitoisuudet.

Kasvisten, etenkin porkkanan, karoteenipitoisuuksia on tutkittu jonkin verran viime vuosikymmeninä. Genotyyppi, kasvin kehitysvaihe, tehokas yhteyttäminen, voimakas kasvu ja suhteellisen korkea lämpötila lisäävät porkkanan karoteenipitoisuutta. Kasvukauden edetessä karoteenipitoisuus nousee. Sen sijaan lannoituksen vaikutukset karoteenipitoisuuteen ovat ristiriitaisia eri tutkimuksissa, joten tutkimme VIVI-kokeissa typpilannoituksen, kastelun, harjujen ja kasvu tiheyden vaikutuksia karoteenipitoisuuksiin.

Lantun karoteenipitoisuudet olivat alhaisia, eivätkä lannoitus ja kastelu vaikuttaneet niihin (Evers et al. 1998). Lehtisellerillä typpilannoituksen määrä ei vaikuttanut karoteenipitoisuuteen, mutta kastelu alensi pitoisuutta (Evers et al. 1997a). Porkkanalla maanpinnan käsittely (tasamaa, pieni harju, iso harju tai jyrätty iso harju) ei vaikuttanut karoteenipitoisuuteen (Evers et al. 1997b), vaikka harjujen olisi voinut olettaa vaikuttavan kasvuvoimakkuuteen ja kehitysnopeuteen. Harvemmassa kylvötiheydellä kylvetyissä porkkanoissa oli jonkin verran enemmän karoteenia kuin tiheämmässä kylvössä. Tämä johtui ehkä siitä, että harvemmassa kylvössä porkkanat kasvoivat suuremmiksi. Viljelytekniikalla näyttää olevan vain vähäisiä vaikutuksia karoteenipitoisuuksiin, mutta lajikevalinta on tärkeä. Jalostajien toivoisi ilmoittavan entistä selvemmin lajikkeiden karoteenipitoisuudet. Kasvukauden lämpötilaan ei voida vaikuttaa, mutta kauniina ja lämpiminä kesinä karoteenipitoisuudet ovat selvästi korkeammat kuin sateisina ja pilvisinä kesinä, eli vuosien välinen vaihtelu on ollut kirjallisuustiedoissa ja VIVI-kokeissa selvä.

Kasvikset ovat melko tärkeä B-vitamiinien lähde ihmisillä, mutta ainoatakaan tutkimusta viljelytekniikan vaikutuksista kasvien B-vitamiinipitoisuuksiin ei löytynyt kirjallisuudesta. Siksi tutkimme viljelytekniikan vaikutuksia tiamiini- ja riboflaviinipitoisuuksiin vuonna 1994. Sekä lantun että lehtisellerin riboflaviinipitoisuudet olivat samanlaiset kaikilla typpilannoitusasoilla sekä kastelluissa ja kastelemattomissa käsittelyissä. Kastelu näytti sen sijaan alentavan hiukan lehtisellerin tiamiinipitoisuutta. Maanpinnan käsittely ja kylvötiheys eivät vaikuttaneet porkkanan tiamiinipitoisuuksiin. Jatkossa olisi tärkeä tutkia lisää viljelytekniikan vaikutusta B-vitamiinien määriin kasviksissa, koska niistä ei ole vielä tietoja.

Nitraattipitoisuudet alhaisia

Nitraatti on ei-toivottu yhdiste kasviksissa. Nitraatin kertymiseen kasviin vaikuttavat huomattavasti perintötekijät, valo ja typpilannoitus. Eri kasvilajien ja -lajikkeiden nitraattipitoisuuksissa on suuria eroja, joten lajikevalintaan pitäisi taas kiinnittää huomiota. Myös valolla on suuri vaikutus niin, että korkea valointensiteetti ja pitkä päivä vähentävät nitraattipitoisuutta. Siten talvella ja syksyllä nitraattipitoisuudet ovat korkeammat kuin kesällä, ja pilvisinä kesinä nitraattipitoisuudet ovat korkeammat kuin aurinkoisina kesinä. Typpilannoitus vaikuttaa erittäin selvästi pitoisuuksiin niin, että mitä enemmän typpeä annetaan, sitä enemmän nitraattia löytyy kasviksista. Suomessa avomaalla tehdyissä lannoituskokeissa ei ole esiintynyt haitallisen korkeita nitraattipitoisuuksia, mikä onkin ymmärrettävää, sillä meillä käytetään kohtuullisia typpimääriä. Ainostaan talven pimeimpänä aikana kasvihuoneessa viljellyn salaatin kohdalla tämä kysymys on ajankohtainen. Seu-

rasimme myös VIVI-tutkimuksissa nitraattipitoisuuksia, jotka olivat poikkeuksetta hyvin alhaiset.

Monet tekijät vaikuttavat hiilihydraattien määrään

Suurin osa kasvien kuiva-aineesta on hiilihydraatteja eli sokereita, tärkkelystä ja kuitua. Hedelmissä ja vihanneksissa on runsaasti sekä veteen liukenevaa kuitua eli pektiiniä ja kasvikumeja että veteenliukenemätöntä selluloosaa, jotka ovat ravitsemuksellisesti arvokkaita kuituja. Kasvien sokeripitoisuuteen vaikuttaa paitsi genotyyppi, myös valon määrä ja lämpötila. Kasvien sokeripitoisuus määräytyy yhteyttämisessä tapahtuvan sokereiden tuoton sekä kasvu- ja elintoiminnoissa tapahtuvan kulutuksen yhteisvaikutuksena. Valon määrä vaikuttaa nimenomaan tuottoon ja lämpötila kulutukseen (uuden biomassan tuotto, hengitys, eri yhdisteiden synteesit).

Kokeiden tulokset tukevat aikaisempia havaintoja. Kasvukausi vaikutti sokeripitoisuuksiin enemmän kuin typpilannoitus. Ne koejäsenet, jotka tuottivat suuren sadon, sisälsivät vähemmän sokeria kuin pienisatoiset koejäsenet. Tämän aiheuttaa kilpailu yhteyttämistuotteista: jos niitä kuluu paljon biomassan tuottoon, muuhun kulutukseen ei jää paljon. Kastelutulokset olivat erilaiset lantulla ja lehtisellerillä: kastelu pienensi lantun sokeripitoisuutta, kun taas lehtisellerin sokeripitoisuutta kastelu nosti. Porkkanalla maanpinnan muoto (tasamaa, pieni harju, iso harju) tai kylvötiheys eivät vaikuttaneet sokeripitoisuuteen. Poiketen aiemmista kirjallisuustiedoista, lisääntynyt typpilannoitus alensi sekä lantun että lehtisellerin ravintokuidun määrää. Koska viljelytekniikan vaikutuksista ravintokuitupitoisuuteen on vähän tietoa saataville, tätä pitäisi tutkia lisää.

Kastelun ja typen yhteisvaikutuksia tutkittava lisää

Taloudellisten ja ekologisten syiden vuoksi viljelytekniikkaa on kehitettävä. Tekemisämme VIVI-tutkimuksissa kastelu tehosti typen hyötysuhdetta niin, että saimme pienimmällä typpilannoitustasolla kastelun kera suuremman sadon kuin suurimmalla typpilannoitustasolla ilman kastelua. Pie-

net typpimäärät vaikuttivat myönteisesti sadon laatuun, mitä tulisi käyttää hyväksi jatkossa. Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa on osoitettu, että syynä suuriin typpilannoitusmääriin ovat usein epärealistiset sato-odotukset. VIVI-tutkimuksessa kuitenkin myös kastelu näytti vaikuttavan kielteisesti joihinkin laadun kriteereihin, joten kastelun vaikutuksia olisi syytä tutkia jatkossa, jotta löytyisi tehokas ja hyvä tapa yhdistää typpilannoitus ja kastelu. Maan käsittelyllä ja kylvötiheydellä näytti olevan vain vähäisiä vaikutuksia kasvien laatuun.

Kirjallisuus

Evers, A.-M. 1994a. The influence of fertilization and environment on some nutritionally important quality criteria in vegetables - a review of research in the Nordic countries. *Agricultural Science in Finland* 3: 177–187.

– 1994b. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 4/94. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 22 p. ISSN 0359-7652.

–, **Ketoja, E., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Pessala, R.** 1997a. Decreased nitrogen rates and

irrigation effect on celery yield and internal quality. *Plant Foods for Human Nutrition* 51: 173–186.

–, **Tuuri, H., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Talvitie, H.** 1997b. Soil forming and plant density effects on carrot yield and internal quality. *Plant Foods for Human Nutrition* 51: 283–294.

–, **Ketoja, E., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Pessala, R.** 1998. Low nitrogen fertilization maintains the internal quality of swedes. In: Hägg, M. et al. (eds.). *Agri-Food Quality II*. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).

Viljelytoimien vaikutus avomaan- vihannesten satoon ja varastokestävyyteen

Terhi Suojala ja Raili Pessala

*Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvintuotannon tutkimus, Toivonlinnantie 518, 21500 Piikkiö,
terhi.suojala@mtt.fi*

Hankkeen tavoitteina oli selvittää, mitkä viljelytekijät vaikuttavat varastoidun sadon laatuun ja miten varastohävikkiä voidaan pienentää. Erityisesti tutkittiin sadonkorjuuajan vaikutusta. Koekasveina olivat porkkana, keräkaali ja sipuli. Kenttäkokeissa MTT:n tutkimuspaikoilla ja vihannestiloilla tutkittiin lajikkeen, lannoituksen, kastelun ja sadonkorjuuajan merkitystä.

Lannoituksen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen oli kokeissa vähäisempi kuin yleisesti uskotaan. Kastelu oli kuivina koevuosina tarpeen hyvän sadon saavuttamiseksi, eikä se ainakaan heikentänyt sadon säilyvyyttä. Tasapainoinen lannoitus ja kastelu ovat oleellisia, jotta varastoitava kasvinosa pystyy kehittymään täysikokoiseksi sekä koostumukseltaan ja rakenteeltaan tyyppilliseksi.

Porkkanan varastokestävyyden ratkaisevat varastotaudit. Tilakokeet osoittivat, että varastotautien määrä ja kokonaishävikki lisääntyivät sen mukaan, mitä enemmän pellossa oli aiemmin viljelty porkkanaa. Sadonkorjuun ajoittuminen vaikutti huomattavasti tautien runsauteen: korjuukauden lopulla nostetut porkkanat säilyivät paremmin kuin varhain korjattu sato. Myös porkkanoiden aistittava laatu parani sadonkorjuuta viivästettäessä.

Keräkaalikokeissa havaittiin, että liian varhainen sadonkorjuu lisäsi varastoinnin aikaista painohävikkiä. Korjuu aika ei vaikuttanut varastotauteihin. Aistittava laatu parani sadonkorjuuta lykättäessä. Sipulikoikeissa varhainen sadonkorjuu lisäsi uusien versojen muodostumista varastoinnin jälkeen.

Avainsanat: kastelu, keräkaali, laatu, lannoitus, porkkana, sadonkorjuu, sipuli, varastointi, varastotaudit

Effects of cultivation practices on yield and storage performance of field vegetables

Abstract

The objectives of this research were to establish which preharvest factors affect the quality of outdoor vegetables after storage and how storage losses can be minimized. Special emphasis was laid on the effect of harvest time. The experimental plants were carrot, white cabbage and onion. The importance of variety, fertilization, irrigation and harvest time was studied in field experiments conducted at the research units of the Agricultural Research Centre of Finland (MTT) and on vegetable farms.

The effect of fertilization on storage losses was not as significant as is often expected. In the dry experimental seasons, irrigation was essential for a good yield, and it certainly had no adverse effects on vegetable storability. Well-balanced nutrition and irrigation ensure the normal development and maturity of the storage organ and thus mitigate the risk of poor storability.

The storability of carrot depends on the incidence of storage diseases. The data collected in farm experiments showed that the abundance of infections and storage losses increased in relation to the frequency of carrot cultivation in the same field. The timing of harvest also influenced the incidence of disease infections, carrots harvested at the end of the season having smaller storage losses than carrots harvested earlier. In addition, the sensory quality of carrots improved when the harvest was delayed.

In white cabbage, too early a harvest time increased weight losses during storage, but harvest time had no effect on the incidence of storage diseases. Sensory quality improved towards the end of the harvest period. In onion experiments, a very early harvest increased the amount of sprouting after storage.

Key words: cabbage, carrot, diseases, fertilization, harvest time, irrigation, onion, storage, quality

Johdanto

Lyhyen kasvukauden vuoksi avomaanvihanneksia joudutaan Suomessa varastoitamaan pidempään kuin monissa muissa Euroopan maissa. Pitkä varastointiaika lisää tuotteiden hävikkiä ja voi heikentää niiden laatua. Hävikki aiheuttaa merkittävän osan varastointikustannuksista, joten keinoja sen vähentämiseen ja varastoitujen tuotteiden laadun parantamiseen tarvitaan.

Varastoitujen vihannesten laatuun ja säilyvyyteen vaikuttavat perimä, viljely- ja säätökijät kasvukaudella, sadonkorjuu- ja varasto-olot. Tässä tutkimushankkeessa keskityttiin erityisesti kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutusten selvittämiseen. Hankkeen päätavoitteena oli selvittää, mitkä viljelytekijät vaikuttavat varastoidun sadon laatuun ja miten varastohävikkiä voidaan pienentää. Yksi erityistavoite oli tut-

kia, mikä on varastoitavien vihannesten optimaalinen sadonkorjuuaika, ja löytää keinoja sen määrittämiseen. Tutkimuksen koekasveina olivat tärkeimmät Suomessa varastoitavat avomaanvihannekset: porkkana, keräkaali ja sipuli.

Tutkimus toteutettiin vuosina 1995-1997. Hankkeen yhteydessä julkaistiin kaksi kirjallisuustutkimusta, joiden aiheina olivat Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyyteen (Suojala & Pessala 1996) sekä Porkkanan, kaalien ja sipulin CA- ja MA-varastointi (Kinnunen & Ahvenainen 1996). Kenttäkokeissa keskityttiin erityisesti lajikkeeseen, lannoituksen, kastelun ja sadonkorjuuajan vaikutuksiin. Hankkeeseen sisältyneet kokeet ja niissä tutkitut muuttujat on esitetty taulukossa 1. Kokeita oli sekä MTT:n tutkimusyksiköissä että vihannestiloilla. Tilakokeiden motiivina oli saada mahdollisimman todenmukainen kuva sa-

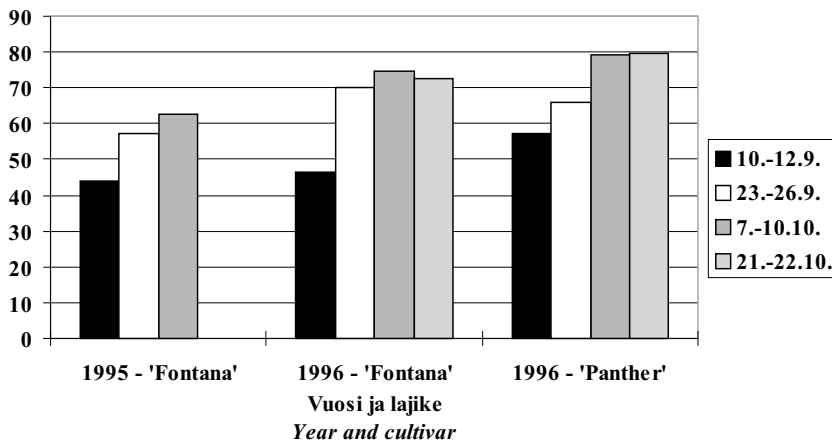
Taulukko 1. Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimointi -tutkimushankkeen kenttäkokeet vuosina 1995–1997. Koepaikkojen lyhenteet ovat: PTL = puutarhatuotannon tutkimuslaitos, Piikkiö, HÄM = Hämeen tutkimusasema, Pälkäne, SAT = Satakunnan tutkimusasema, Kokemäki (nykyisin vihanneskoepaikka).

Table 1. Field experiments of project in 1995-1997. Abbreviations: PTL = Institute of Horticulture, HÄM = Häme Research Station, SAT = Satakunta Research Station.

| Laji <i>Species</i> | Koe <i>Experiment</i> | Vuosi <i>Year</i> | Koepaikka <i>Site</i> | Muuttujat <i>Experimental factors</i> |
|-----------------------------------|--|----------------------|------------------------------------|---|
| Keräkaali <i>White cabbage</i> | Lajikkeiden varastokestävyyys | 1995 | PTL | lajike (<i>cultivar</i>) |
| | | 1996 | HÄM | lajike (<i>cultivar</i>) |
| | Kastelu ja lannoitus | 1995-96 | PTL | kastelu, lannoitus (<i>fertilization, irrigation</i>) |
| | Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen | 1996 | HÄM | korjuuaika (<i>harvest time</i>) |
| | 1995-97 | PTL | korjuuaika (<i>harvest time</i>) | |
| | 1995-96 | Köyliö, tilakoe | korjuuaika (<i>harvest time</i>) | |
| Sipuli <i>Onion</i> | Lajikkeiden varastokestävyyys | 1995 | PTL | lajike, kastelu, korjuuaika (<i>cultivar, irrigation, harvest time</i>) |
| | Kastelu ja lannoitus | 1995-96 | PTL | kastelu, lannoitus (<i>fertilization, irrigation</i>) |
| | Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen | 1996-97 | PTL | istutusaika, korjuuaika (<i>planting time, harvest time</i>) |
| | | 1996-97 | HÄM, tilakoe | korjuuaika (<i>harvest time</i>) |
| Porkkana <i>Carrot</i> | Lajikkeiden varastokestävyyys | 1995-97 | SAT | lajike (<i>cultivar</i>) |
| | Typpitason vaikutus säilyvyyteen | 1995 | Eurajoki, tilakoe | typpitaso (<i>nitrogen level</i>) |
| | Sadonkorjuuajan vaikutus säilyvyyteen | 1996-97 | SAT, HÄM, tilakoe | lajike, korjuuaika (<i>cultivar, harvest time</i>) |
| | Mekaanisten vaurioiden vaikutus säilyvyyteen | 1996 | PTL | korjuuaika, vauriot, jäähdystystapa (<i>harvest time, injuries, cooling</i>) |

Myyntikelpoisia porkkanoita %

Saleable carrots



Kuva 1. Eri aikoina korjattujen porkkanoiden myyntikelpoinen osuus varastoinnin jälkeen kolmen varastointiajan keskiarvona. Luvut ovat keskiarvoja 6–9 tilan sadosta.

Figure 1. Effect of harvest time on percentage of saleable carrots after storage (means of 3 storage times and yield of 6–9 farms).

donkorjuuajan merkityksestä ja sen vaihtelusta tilojen välillä. Lisäksi tilakokeissa kerättiin tietoja varastohävikin vaihtelusta vuosittain ja tiloittain ja aloitettiin varastokestävyyttä selittävän aineiston kokoaminen. Mukana oli yhteensä 21 kaali-, sipuli ja porkkanatilaa.

Tutkimushanke on raportoitu erillisessä julkaisussa (Suojala & Pessala 1998), joten tässä esitetään vain keskeisimmät tulokset.

Porkkanalla huomio sadonkorjuun ajoittumiseen ja esikasveihin

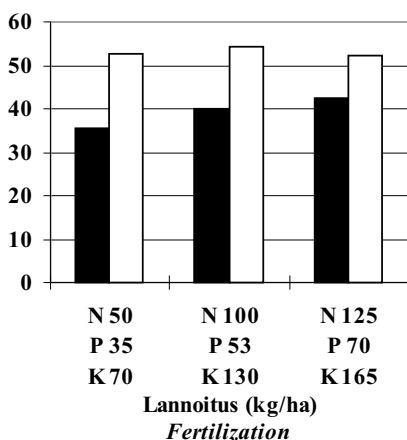
Porkkanatiloilla ja vihanneskoepaikalla Kokemäellä tehdyissä korjuuaikakokeissa tutkittiin sadon kasvua ja varastokestävyuden riippuvuutta sadonkorjuuajasta. Sato kasvoi selvästi vielä lokakuussa, mutta koe-

paikkojen välillä oli vaihtelua kasvun päätymisessä. Saman alueen sisällä sadon kasvu päättyi yhtäaikaisesti. Kokemäen kokeessa osoittautui, että lajikkeet eroavat kyvyssään hyödyntää loppukesän viileitä lämpötiloja.

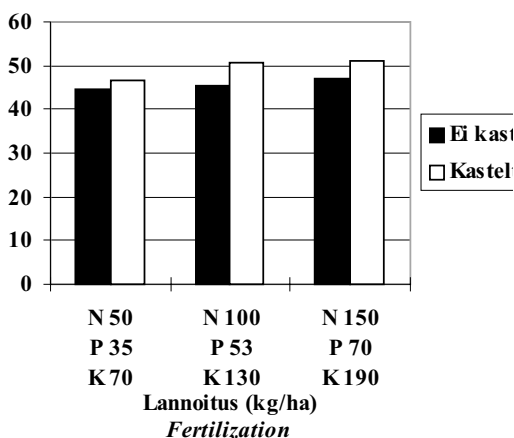
Porkkanoiden säilyvyys parani selvästi sadonkorjuun siirtyessä myöhempään (Kuva 1). Korjuukertojen väliset erot hävikissä olivat keskimäärin kymmeniä prosentteja ja sitä suurempia, mitä enemmän porkkanoissa oli varastotauteja. Alustavien tulosten mukaan yksi selitys varastokestävyuden paranemiseen saattaa olla vähäisempi alttius mekaanisille vaurioille. Ankarat pakkaset syyskuussa 1996 eivät lisänneet porkkanoiden varastohävikkiä. Sadonkorjuuaika vaikutti myös sadon aistittavaan laatuun, joka parani syksyn mittaan. Lokakuussa korjattujen porkkanoiden laatu oli vielä varastoinnin lopullakin parempi kuin aikaisempien korjuukertojen sadon laatu. Varastointi ei kovin paljon heikentänyt arvioituja laatuominaisuuksia.

Porkkanan varastoinnin onnistumisen ratkaisee varastotautien esiintyminen sadossa. Tilakokeista kerätyt esikasvitiedot

Sato (1000 kg/ha), 1995
Yield



Sato (1000 kg/ha), 1996
Yield



Kuva 2. Lannoituksen ja kastelun vaikutus sipulin Sturon-lajikkeen kokonaissatoon.
Figure 2. Effect of fertilization and irrigation on total yield of onion (cv. Sturon). (Ei kasteltu = irrigated, Kasteltu = irrigated).

osoittivat varastotautien runsastuvan sen mukaan, mitä enemmän pellossa on aiemmin viljelty porkkanaa.

Typpilannoituksen vaikutusta porkkanan varastokestävyyteen tutkittiin vain yhtenä vuonna, jolloin varastohävikki ei ollut yhteydessä lannoitukseen. Vaikka lannoituskäsittelyt eivät useinkaan ole kenttäkokeissa vaikuttaneet sadon säilyvyyteen, ravinnetilan merkitystä ei pidä vähätellä. Tiiloilta kerättyjen tietojen mukaan lannoituskäytäntö ja porkkanoiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat huomattavasti. Koska aineisto oli kuitenkin melko pieni, ei selviä yhteyksiä varastokestävyyteen löytynyt.

Maltillisella lannoituksella ja riittävällä kastelulla runsas ja säilyvä sipulisato

Lannoitus- ja kastelukokeissa lannoitusmäärän vaikutus sipulin satoon osoittautui

melko vähäiseksi. Jo 50 kg typpeä/ha riitti kasvattamaan runsaan sadon (Kuva 2). Sen sijaan kastelu lisäsi satoa selvästi. Se suurensi ensimmäisenä koevuonna lehdistön kokoa ja viivästytti tuleentumista, mikä selittää suurehkon sadonlisäyksen. Toisenaikin koevuonna yksi ainoa kastelu paransi satoa. Lannoituksen lisäämisellä ei pystytty kovin paljon vaikuttamaan sadon määrään, vaikka runsaampi lannoitus rehevöitti hieinan kasvustoa. Lannoituksen lisääminen nopeutti kasvuston kehitystä, jolloin lehdet kasvoivat täyteen tiheyteensä aiemmin ja tuleentuminen alkoi nopeammin. Erot käsittelyjen välillä olivat kuitenkin vain muutamia päiviä. Kastelu- ja lannoituskäsittelyt vaikuttivat sipulin säilyvyyteen ainoastaan sipulin koon kautta. Varastoinnin aikainen painohävikki oli sitä pienempi, mitä suurempia sipulit olivat.

Kolmella tilalla tehdyissä korjuuaikakokeissa sipulisadon kasvu päättyi likimain silloin, kun kasvusto oli täysin lakoontunut mutta lehdet eivät olleet vielä kuivuneet. Sää oli korjuukaudesta lämmin ja kuiva, joten tuleentuminen eteni nopeasti. Sadonkorjuuaika vaikutti huomattavasti sipulien kuivaustarpeeseen, joka pieneni sitä mukaa,

mitä myöhemmin sato korjattiin. Kovin aikainen sadonkorjuu oli haitaksi varastokestävyydelle, sillä se lisäsi etenkin versomista varastoinnin jälkeen. Varastokestävyys ei näyttänyt heikkenevän kovin pian tuleentumisen jälkeen. Enimmäkseen sipulit säilyivät varastossa hyvin, ja varastotauteja esiintyi hyvin vähän.

Pitkään kasvaneet kaalit maukkaimpia vielä varastoinnin jälkeen

Varastoitavan keräkaalin kastelu- ja lannoituskokeissa sekä kastelun että lannoituksen lisääminen paransivat satoa. Käsittelyillä ei ollut suurta vaikutusta kaalien varastokestävyyteen, sillä kaalit säilyivät kaikissa käsittelyissä hyvin. Oleellista oli kerän kasvanen riittävän suureksi, jolloin sen haihdunta oli vähäistä suhteessa kaalin painoon.

Sadonkorjuuajan merkitystä tutkittaessa havaittiin kaalien kasvaneen vielä loka-kuussa, sillä molempien koevuosien loka-kuut olivat keskimääräistä lämpimämpiä. Kuiva-aineen lisäys eli todellinen kasvu jatkui vielä pidempään kuin tuoresadon kasvu. Korjuun siirtyessä kaalit muuttuivat myös kiinteämmiksi ja hieman kovemmiksi ja niiden aistittava laatu parani. Erot aistittavassa laadussa säilyivät varastoinnin loppuun asti; loppusyksyllä korjatut kaalit olivat laadultaan parhaita vielä toukokuussa (Kuva 3). Varastointi ei kovin selvästi heikentänyt aistittavaa laatua.

Sadonkorjuun ajoittuminen ei vaikuttanut varastotautien runsauteen, mutta varastoinnin aikainen painohävikki riippui korjuuajasta. Yleensä painohävikki väheni sen mukaan, mitä myöhemmin kaalit oli korjattu. Erityisesti liian varhain korjatut kaalit kärsivät suuresta painohävikistä, joka myös aiheutti suuremman kauppakunnostustarpeen.

Tulosten tarkastelu

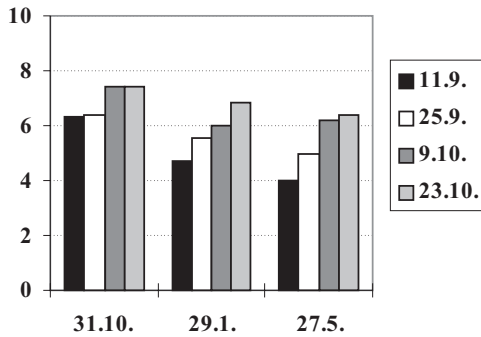
Tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää, mitkä kasvutekijät eniten vaikuttavat vihannesten varastokestävyyteen. Kenttäkokeissa tutkituista tekijöistä merkityksellisimmiksi osoittautuivat sadonkorjuuaika, lajike ja kastelu. Sen sijaan lannoituksen vaikutus tuotteiden säilyvyyteen oli kokeiden mukaan pienempi kuin yleisesti uskotaan. Toisaalta kokeissa tutkittiinkin enemmän lannoituksen vähentämisen kuin lisäämisen vaikutuksia. Eri kasvien varastokestävyttä uhkaavat eri ongelmat, jolloin myös kasvutekijöiden merkitys vaihtelee lajeittain.

Porkkanan varastoinnin onnistumisen ratkaisee tautien esiintyminen, johon viljelykierto vaikuttaa merkittävästi. Toisaalta olisi kehitettävä ennustemenetelmiä, joilla tautiriskit voidaan arvioida jo syksyllä. Myös sadonkorjuuajan merkitys osoittautui porkkanalla erityisen suureksi. Lisäksi lajikkeiden väliset erot varastokestävyudessa olivat huomattavia.

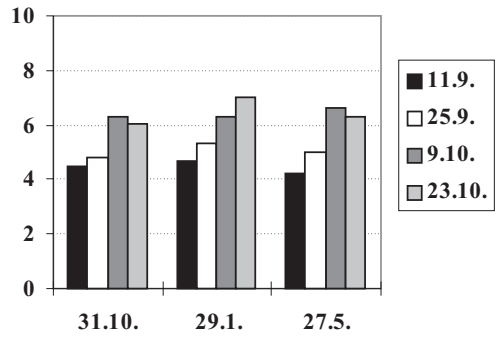
Keräkaalikokeissa sadonkorjuuaika vaikutti erityisesti sadon määrään ja aistinvaraiseen laatuun, ja kovin aikainen korjuu osoittautui epäedulliseksi myös varastokestävyyden kannalta. Sipulin varastoinnissa oleellista on ulkoinen laatu ja sen säilyminen erityisesti vähittäismyyntin aikana. Sadonkorjuun ajoittumisella lienee tärkeä merkitys myös laadun säilymiselle varastoinnin jälkeen.

Tutkimushankkeen toinen keskeinen tavoite oli tutkittujen lajien optimaalisen korjuuajan määrittäminen. Korjuuajan merkitys osoittautui tärkeäksi kaikilla koekasveilla. Koevuosien syksyt olivat lämpimiä, jolloin sadon kasvu jatkui pitkään ja aistittava laatu ja säilyvyys parani sadonkorjuun siirtyessä myöhempään. Sipulin korjuun siirtäminen merkitsi myös energian säästöä kuivaustarpeen vähetessä.

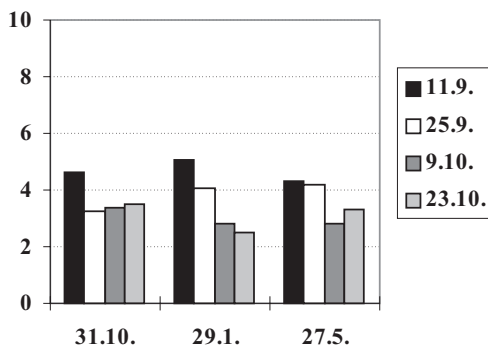
Rapeus
Crispness



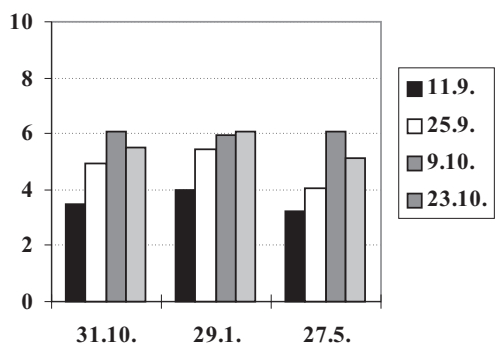
Mehukkuus
Juiciness



Karvaus
Bitterness



Makeus
Sweetness



Kuva 3. Sadonkorjuajan vaikutus keräkaalin ('Lennox') aistittavaan laatuun Köyliössä syksyllä 1996. Kaalit on arvioitu heti sadonkorjuun jälkeen 31.10. ja varastoinnin jälkeen 29.1. ja 27.5. Suurempi luku merkitsee suurempaa rapeutta, mehukkuutta, karvautta ja makeutta.

Figure 3. Effect of harvest time on sensory quality of white cabbage (cv. Lennox) at Köyliö in 1996. Cabbages were evaluated straight after harvest on 31 October and after storage on 29 January and on 27 May. A higher score implies a higher intensity of crispness, juiciness, bitterness and sweetness.

Vihannesten varastokestävyyyteen vaikuttavia tekijöitä ei vielä tunneta riittävän hyvin. Tietämyksen lisäämiseksi tarvitaan perinteisen kenttäkoetutkimuksen lisäksi vaikutusmekanismien selvittämistä ja laajo-

jen aineistojen keräämistä vihannestiloilta. Tiloilta kerättävän tiedon avulla voidaan selvittää sadon määrän, laadun ja varastokestävyyyden vaihtelua.

Kirjallisuus

Kinnunen, A. & Ahvenainen, R. 1996. Porkkanan, kaalien ja sipulin CA- ja MA-varastointi. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A10. Jokiainen: Maatalouden tutkimuskeskus. 29 p. ISBN 951-729-473-5

Suojala, T. & Pessala, R. 1996. Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyyteen. Kirjallisuuskatsaus. Maatalou-

den tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 9. Jokiainen: Maatalouden tutkimuskeskus. 34 p. ISBN 951-729-427-7

– **& Pessala, R.** 1998. Viljelytoimien vaikutus varastoitavan porkkanan, sipulin ja keräkaalin satoon ja laatuun. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 34. Jokiainen: Maatalouden tutkimuskeskus. 117 p. ISBN 951-729-511-1

Avomaan vihannesviljelyn talous – eri tuotantotapojen vertailu

Merja Stenberg

Pyhäjärvi-instituutti, Ruukinpuisto, 27500 Kauttua

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri viljelymenetelmien ("tavanomainen", IP- ja luonnonmukainen tuotanto) välisiä kustannuseroja. Tutkimuskasveina olivat herne, porkkana, sipuli, punajuuri, avomaankurku ja valkokaali. Vertailu perustuu viljelijöiden tekemään talousseurantaan kasvukaudella 1997. Tutkimuksessa tarkasteltiin työ- ja tarvikekustannuksia, jotka muodostavat valtaosan avomaanvihannesviljelyn kustannuksista.

Kustannukset vaihtelivat paljon kasveittain ja tuotantomuodoittain. Selviä eroja lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käytössä ei havaittu IP:n ja tavanomaisen

tuotannon välillä. Luonnonmukaisessa tuotannossa lannoituskustannukset olivat alemmat ja työmenekki noin kolminkertainen verrattuna tavanomaiseen tuotantoon. IP:ssä työmenekki oli pienin, sillä IP-tuotanto on suureksi osaksi teollisuuden sopimusviljelyä, jossa ei edellytetä kaupunkunostusta.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää arvioimalla omia kustannuksia suhteessa keskimääräisiin. Lisäksi kirjausmenetelmän omaksuminen mahdollistaa asioiden kriittisen pohdiskelun ja uusien vaihtoehtojen kartoittamisen.

Avainsanat: integroitu viljely, kustannukset, luonnonmukainen viljely, työmenekki, viljelymenetelmät

Economy of cultivation of field vegetables – comparison of production methods

Abstract

The objective was to compare the costs of different production methods (conventional, integrated and organic). Experimental plants were garden pea, carrot, onion, red beet, cucumber and white cabbage. The comparison was based on the bookkeeping of farmers in growing season 1997. The emphasis was on working and material costs, which account for the bulk of the cost of cultivating vegetables in open fields.

Costs varied considerably depending on the species and production method. No clear differences were found in the usage of

fertilizers or plant protection substances between conventional and integrated production. In organic production, costs due to fertilizers were lower but labour consumption was three times higher than in conventional production. The work load was lowest in integrated production, which is largely done under contract for industry.

The results of the study can be utilized by comparing the costs with the reported average costs. In addition, appropriate bookkeeping facilitates critical evaluation of the production system.

Key words: costs, integrated production, labour consumption, organic production, production methods

Johdanto

Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät (VIVI) -tutkimusohjelmaan liittyen selvitetiin avomaanvihannestuotannon kustannuseroja eri viljelymenetelmissä. Erojen esille saamiseksi tarkasteltiin ns. tavanomaista tuotantoa, IP-tuotantoa ja luonnonmukaista eli luomutuotantoa. Tutkimuskasveina olivat herne, porkkana, sipuli, punajuuri, avomaankurkku ja valkokaali. Luomutuotantoa tarkasteltaessa mukana olivat porkkana, sipuli ja kaali. Tutkimuksessa tarkasteltiin työ- ja tarvikkekustannuksia, jotka muodostavat valtaosan avomaanvihannesten viljelyn kustannuksista.

Tutkimushanke on raportoitu erillisessä julkaisussa (Stenberg 1998), joten tässä esitetään vain keskeisimmät tulokset.

Viljelijöiden kirjanpito perustana

Tutkimuksen perustietoina olivat viljelijöiden antamat luottamukselliset tiedot eri kasveista ja niiden tuotannosta aiheutuvista kustannuksista ja tuloista. Viljelymenetelmien taloudellisia eroja selvitettiin tilatasolla kasvikohtaisesti. Tutkimus toteutettiin hankkimalla vapaaehtoisia viljelijöitä kasvukauden 1997 kestäneeseen kasvikohtaiseen talousseurantaan. Tavoitteena oli saada kaikista tuotantomuodoista kasveittain mahdollisimman samankokoisia viljelyaloja mukaan tutkimukseen, jotta viljelymenetelmistä aiheutuvat mahdolliset taloudelliset erot saataisiin paremmin selville. Luomutuotannossa tähän ei päästy, koska vihannesten viljelyalat ovat vielä melko pieniä.

Seurantaa varten laadittiin muistiot työ- ja tarvikekirjanpidolle. Työkirjanpidossa oli eri työvaiheiden ajankäytölle (ihmistyö/konetyö) ja muille havainnoille riittävästi tilaa. Tarvikemuistioon kirjattiin tarvikkeiden käyttö, rahti, sato ja sen myynti, vihan-

nesvarastot ja tuet.

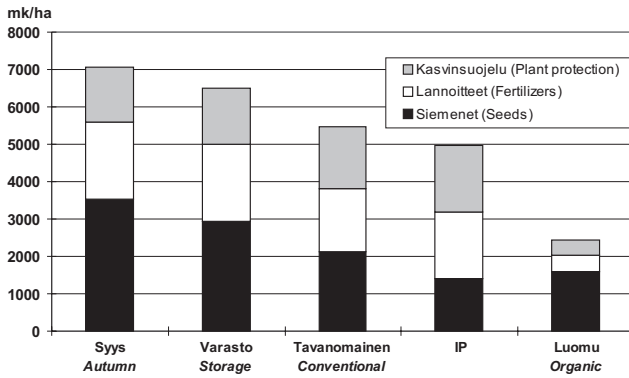
40 viljelijää (82 %) palautti täyttämänsä muistiot. Jotkut pitivät kirjaa useammasta kasvista, joten palautettuja kasvikohtaisia muistioita oli kaikkiaan 55. Tulokset esitetään kasvin viljelyhehtaareilla painotettuna keskiarvoina kunkin tarvikkeen, työn käytön jne. osalta, jotta osallistujien tietosuoja säilyy. Myös sadot (netto) ja tuotot on laskettu tällä periaatteella. Varastoitavien tuotteiden (porkkana, sipuli ja kaali) tuotot ja kauppakunnostustyön menekki ovat viljelijöiden helmikuun lopulla 1998 tekemiä arvioita keväällä 1998 toteutuvista tuotoista ja kustannuksista.

Vertailutietoina käytetään Lassheikin (1994) porkkanalle ja sipulille tehtyjen tilamallien päivitettyjä (1997) tietoja ja Maa-seutukeskusten liiton vuonna 1991 julkaisemasta Avomaanvihannesten tuotantokustannukset -raportista saatuja tietoja.

Kasvikohtaiset vaihtelut suurina

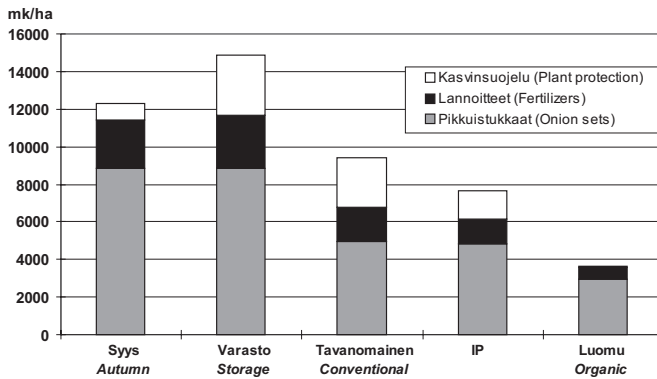
Viljelymenetelmien eroja selvitetessä pääpaino oli työmenekissä ja tarvikkekustannuksissa. Tavanomaisessa ja IP-tuotannossa tarkkailtiin erityisesti lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden aiheuttamia kustannuksia, jotka vaihtelivat hyvin paljon kasveittain (Kuvat 1 ja 2). IP:n ja tavanomaisen tuotannon lannoitekustannukset olivat 900–3 000 mk/ha. Luomun lannoitekustannukset olivat pienemmät, koska koko viljelykierron aikaisia kustannuksia ei erikseen selvitetty ja kohdistettu tutkitulle kasvukaudelle. Kasvinsuojelukustannukset vaihtelivat IP:ssä ja tavanomaisessa tuotannossa 400 ja 2 600 mk/ha:n välillä. Luomussa kustannukset olivat 90–1 700 mk/ha. Muuttuvat kustannukset olivat yhteensä 5 800–25 000 mk/ha, ja ne vaihtelivat paljon kasveittain ja tuotantomuodoittain (Kuvat 3–4).

Työmenekki oli IP:ssä yleensä pienempi kuin tavanomaisessa tuotannossa, sillä IP-tuotanto on suurimmaksi osaksi teollisuus-



Kuva 1. Porkkanan tuotantokustannukset eräiden tarvikkeiden osalta. Syys- ja varastoporkkanan tiedot ovat Lassheikin (1994, päivitys 1997) tutkimuksesta.

Figure 1. Production costs of carrot: materials. Data on autumn and storage carrot are provided by Lassheikki (1994, updated in 1997).



Kuva 2. Sipulin tuotantokustannukset eräiden tarvikkeiden osalta. Syys- ja varastosipulin tiedot ovat Lassheikin (1994, päivitys 1997) tutkimuksesta.

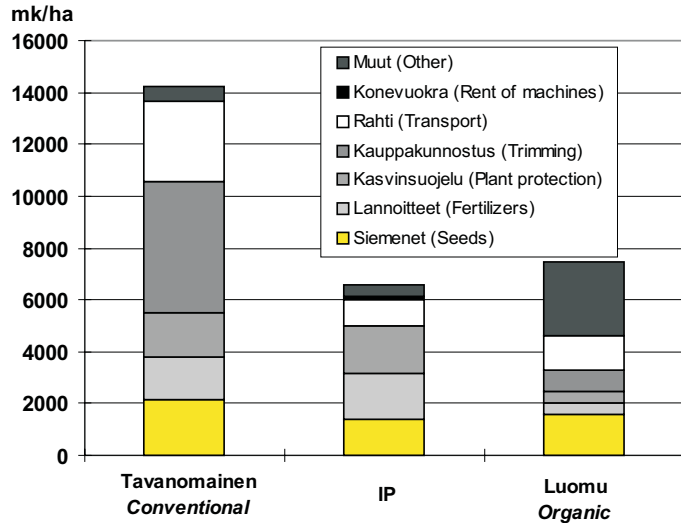
Figure 2. Production costs of onion: materials. Data on autumn and storage onion are provided by Lassheikki (1994, updated in 1997).

tuotantoa, jossa ei edellytetä samanlaista kauppakunnostusta kuin tuoremarkkinoille myytävissä tuotteissa (mm. pesu, pakkaus). Työmenekki eri tuotantomuodoissa oli 321 000 tuntia/ha. Luonnonmukaisessa tuotannossa työmenekki oli noin kolminkertainen verrattuna tavanomaiseen tuotantoon. Luomuvihanneksia viljellään vielä melko pienillä aloilla, ja tuotanto on hyvin käsityövaltaista, mikä käy ilmi myös tässä tutkimuksessa. Suurin luomun yksittäinen työvaihe on kasvinsuojelu ja sen toteuttaminen.

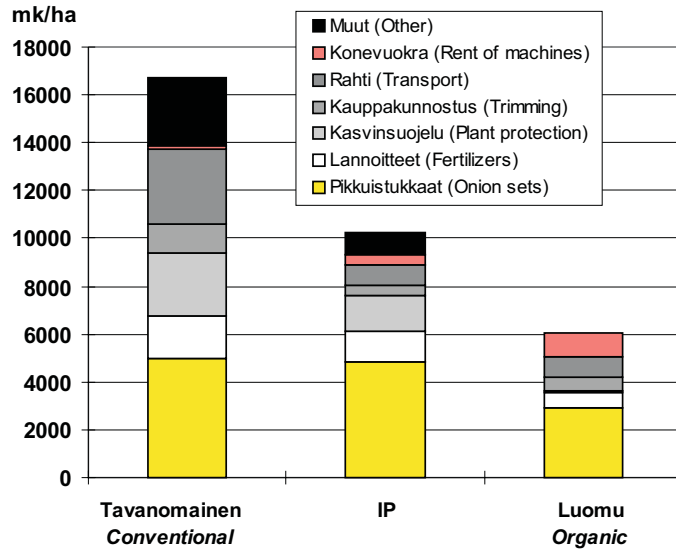
Tulokset apuna viljelyn kilpailukyvyä parantamisessa

Tutkimuksessa ei löytynyt selkeitä, yhdenmukaisia viljelymenetelmistä johtuvia eroja IP:n ja tavanomaisen viljelymenetelmän välillä lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käytössä. Hyvin suuria kasvikohtaisia vaihteluita sen sijaan havaittiin. Tarkempien tilastollisten merkitsevyyksien esille saamiseksi tutkimusaineistoa oli liian vähän, ja eri kasvien aineisto oli hyvin heterogeenista. Mikäli tutkimus olisi kestänyt useampia kasvukausia erilaisten satojen ja vuosien

Kuva 3. Porkkanan muuttuvat tuotantokustannukset.
Figure 3. Variable costs of carrot production.



Kuva 4. Sipulin muuttuvat tuotantokustannukset.
Figure 4. Variable costs of onion production.



vaihtelu olisi tasaantunut. Molemmissa viljelymenetelmissä vihanneksia tuotettiin ympäristötukiehtojen mukaan. Lannoitteiden, kasvinsuojeluaineiden ja muiden tarvikkeiden käyttömäärät ovat tarkentuneet huomattavasti vuosien varrella viljelijöiden kokemuksen ja tutkimustiedon (mm. VIVI) lisääntyessä, mikä osaltaan selittää

tulosta. Myös taloudellisen optimin hakeminen on muuttunut.

Tutkimustulosten avulla pystytään vertailemaan omaa työn ja tarvikkeiden käyttöä keskimääräiseen ja näin arvioimaan mahdollinen muutostarve paremmin. Tutkimuksen keskeinen anti liittyy tutkimus-

menetelmän hyödyntämiseen: ensin asiat kirjataan, sitten niitä tarkastellaan kriittisesti ja kartoitetaan mahdolliset vaihtoehdot. Tämä tarkoittaa mm. yhteistyötä eri muodoissa (hankinta-, markkinointi-, ko-

neyhteistyö), tarvikkeiden ja työnkäytön arvioimista tai jopa tilan tuotevalikoiman uudelleensuunnittelua.

Kirjallisuus

Maaseutukeskusten liitto 1991. Avomaavihannes-ten tuotantokustannukset. Maaseutukeskusten liiton julkaisuja 823. Helsinki: Maatalouskeskusten liitto. 98 + 10 p. ISBN 951-8909-74-1.

Lassheikki, K. 1994. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Puutarhaliiton julkaisuja nro 278. Helsinki: Puutarhaliitto ry. 138 p. ISSN

0355-080X, ISBN 951-8942-15-3.

Stenberg, M. 1998. Avomaan vihannesviljelyn talous eri tuotantotavoissa. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 21. Eura: Pyhäjärvi-instituutti. 85 p. ISBN 952-2682-20-4.

Yhteenveto

Tutkimusohjelman tavoitteena oli tuottaa tutkimustietoa avomaanvihannesviljelyn hyvien viljelymenetelmien tueksi. Ohjelma oli perinteistä tutkimusta kattavampi, sillä sen kohteena oli koko tuotantoketju pellon viljelytoimista aina lopputuotteen sisäiseen laatuun asti. Huomattava osa tutkimuksesta tehtiin ammattiviljelmillä, tiedonkäyttäjien parissa. Lisäksi tuholaitutkimuksessa kerättiin tarkkailutietoa yhteisesti hyödynnettäviin tietokantoihin.

Saatuja tuloksia hydynnettiin jo ohjelman kuluessa monin tavoin. Näkyvin säävutus oli IP-tuotanto-ohjeiston laatiminen teollisuuden sopimusviljelijöille. Ohjeistoihin liittyi myös viljelijöiden koulutus, joka jatkuu edelleen opetusministeriön ja Euroopan sosiaalirahaston rahoittamassa koulutus- ja kehityshankkeessa. Lisäksi tutkimustietoa on tarvittu vihannesviljelyn ympäristötuen ehtoja ja ohjeistoja laadittaessa. Myös tiivis yhteistyö viljelijöiden kanssa tutkimuksen toteutuksessa takasi tulosten nopean siirtymisen käyttöön.

Tutkimuksen edistymisestä ja tuloksista tiedotettiin joka vaiheessa. Ohjelmassa oli edelläkävijöitä sähköisten tietoverkkojen käytössä: ajantasaiset tuholaitarkkailutiedot ja kaali- ja porkkanakärpäsennusteet saatiin nähtäville Agronet-tietoverkkoon. Lisäksi tuloksista tiedotettiin ammattilehdissä ja esitelmissä kotimaassa ja ulkomailta. Tutkimusohjelmasta järjestettiin väli- ja loppuseminaarit, ja lisäksi vuodesta 1995 alkaen loppukesän ohjelmaan sisältyi viljelijöille suunnattu esitelmä- ja koekenttäpäivä vihanneskoepaikalla Kokemäellä. IP-ohjeiden muotoon jalostunut tutkimustieto siirtyi ohjeisiin sitoutuneiden viljelijöiden joka päiväiseen käyttöön.

Tutkimuksen sisällön kannalta merkittävää oli, että ohjelma yhdisti eri tieteenhaarojen osaajia yhteen. Eri hankkeissa säävutettiin käytäntö'n sovellettavien tulosten lisäksi myös tieteellisesti merkittäviä virsantypyläitä.

- * Vihannesten typpikiertoa käsitelleessä osassa määritettiin eri vihanneslajien saatoonsa ottama tyypin määrä ja typenoton rytmi, josta ei Suomen oloissa ollut aikaisempaa tietoa. Saatuja typenottokäyriä voi hyödyntää kehitettäessä malleja vihannesten ”täsmäviljelyyn”. Lisäksi kehitettiin menetelmiä kaalipellon typpihävikin minimointiin syysmuokkauksen ajoittamisella tai kerääjäkasveja viljelemällä.
- * Tuholaistutkimuksessa päästiin ensi kerran järjestelmälliseen tuholaitarkkailuun luomalla valtakunnallisia ja alueellisia palveluita. Lisäksi luotiin valmiudet hyödyntää tietokantoihin kerättyjä lohkokokohtaisia tarkkailu- ja tutkimustuloksia. Yhteistyö Ilmatieteen laitoksen kanssa vuoden 1995 kaalikoivaelluksen yhteydessä johti uuden tarkkailumenetelmän eli tutkakuvien hyödyntämiseen hyönteisvaellusten ennakoinnissa. Kaalikoivaelluksen toistuessa vuonna 1997 tehokas tiedotus esti suurten sato- ja laatu-tappioiden syntymisen. Porkkana- ja kaalikärpäsen riskinarviointiin kehitettiin mallit, joiden toimivuutta testattiin tarkkailupaikkojen tuholaitshavainnoilla. Tutkimus osoitti, että muualla kehitetyt mallit on aina testattava Suomen oloissa. Porkkanakemпин torjuntaan määritettiin torjuntakynnys, jonka ylityessä tuholainen aiheuttaa satotappioita.
- * Rikkakasvitutkimuksessa keskityttiin torjunta-aineiden käyttömäärien vähentämiseen ja kemiallisen rikkakasvien torjunnan vaihtoehtojen kehittämiseen. Kokeissa todettiin, että hyvissä ruiskutusoloissa torjunta-ainemääriä voi vähentää käyttöohjeiden suosituksista, kun rikkakasvit torjutaan varhaisella asteella. Tankkiseokset tai peräkkäiskäsitelyt varmentavat torjuntatuloksen.

Vaihtoehtoisena torjuntamenetelmänä kehitettiin kaksi suuritehoista nestekaasuliekitintä ja ohjelmat sipulin, porkkanan, punajuuren ja keräkaalin rikkakasvien lieki-

tykseen. Sipulilla ja keräkaalilla liekitys osoittautui jopa kemiallista torjuntaa edullisemmaksi, kun viljelyalat ovat yli 5–10 hehtaaria.

- * Viljelytekniikan vaikutusta kasvien sisäiseen laatuun ei ole aiemmin tutkittu kovin paljon. Tässä tutkimuksessa osoitettiin, että typpilannoituksen vähentämisestä ei ole haittaa tuotteiden sisäiselle laadulle. Sen sijaan kastelun vaikutusta sisäiseen laatuun tulisi tutkia lisää korkean ravitsemuksellisen laadun takaamiseksi.
- * Vihannesten varastokestävyyttä selvittäneessä hankkeessa todettiin sadonkorjuuajan merkitys sadon määrän ja varastokestävyyden kannalta. Suotuisa sadonkorjuu aika pienensi porkkanan varastohävikkiä jopa kymmeniä prosentteja. Lisäksi eri lajeille määritettiin sadonmuodostuskäyrät, joita voi hyödyntää laadittaessa satoennusteita.
- * Tutkimuksessa selvitettiin ensi kerran kolmen eri viljelymenetelmän kustannuseroja avomaanvihannestuotannossa. Selviä viljelytavasta johtuvia eroja ei havaittu tavanomaisen ja IP-tuotannon välillä, mutta luomutuotannon työmenekki oli noin kolminkertainen verrattuna tavanomaiseen tuotantoon. Kustannukset vaihtelivat huomattavasti kasveittain ja tiloittain.

Tutkimusohjelman aikana saatu tieto ja kokemus ovat hyvä pohja vihannesalan tulevalle tutkimus- ja kehittämistyölle. Jatkossa lienee syytä pyrkiä jalostamaan tutkimustietoa yhä pidemmälle, mm. mallinnuksen myötä. Avomaanvihannesten tuotannon mallintaminen on haasteellinen tehtävä, sillä kasvilajeja on paljon ja niiden viljelyvaatimukset ja -ongelmat ovat kovin erilaisia. Lisäksi säätekijät ja kasvupaikka vaikuttavat ratkaisevasti viljelyn onnistumiseen. Eri tekijöiden vaikutusta on usein vaikea erottaa, mutta mallintaminen lienee avain monien vaikuttavien tekijöiden ymmärtämiseen ja hallintaan.

Lohkokohtaisten tuotantotietojen dokumentointi tietokantoihin ja paikkatietojärjestelmän hyödyntäminen, jossa päästiin alkuun tämän tutkimusohjelman aikana, tarjoaa mahdollisuudet laajaan tiedonkeruuseen. Tietokantoihin kerätyt tiedot ovat arvokasta tutkimusaineistoa, jonka avulla pystytään ylittämään yksittäisen tai muuttaman koepaikan rajoitukset ja päästään lähemmäs käytännön viljelytilanteita. Tietokannat hyödyttävät paitsi tutkimusta, myös tuotantoketjun omaa kehittämistyötä. Lisäksi dokumentoitua tietoa tuotantotavoista ja tuotteiden alkuperästä voidaan käyttää kuluttajaviestinnässä osoittamaan kotimaisen tuotannon valtteja.

Tutkimusohjelman aikana laaditut julkaisut on esitetty alla olevassa luettelossa. Tutkimuksiin liittyviä julkaisuja ilmestyy vielä tämän raportin painamisen jälkeen, ja niiden

viitteet löytyvät JUKURI-tietokannasta MTT:n internet-sivuilta osoitteesta <http://www.mtt.fi/yleis/tietokan.html>.

Julkaisut

- Aaltonen, M.** 1994. Biologisia vihollisia tuholaisille. Sydän-Hämeen lehti 66(34): 11.
- 1994. Tuholaiskokemuksia kolmelta vuodelta Pälkäneeltä. Puutarha 97: 594–596.
- 1995. Kaalikoikesä 1995 Pälkäneellä. Puutarha 98: 700–701.
- 1996. Uudesta pikatyppimenetelmästä hyviä kokemuksia. Koetoiminta ja käytäntö 53(23.4.1996): 18.
- 1996. Henkilökohtaisena ongelmana – kaalin tuholaiset. Omavarainen maatalous 15(3): 10–11.
- 1996. Goda erfarenheter av snabbkvävetod. Trädgårdsnytt 50(10): 6–7.
- 1996. Sääät tuholaisia pahempi pulma viime kesänä. Koetoiminta ja käytäntö 53(19.11.1996): 48.
- 1996. Integroitu kaalintuotanto - kokemuksia Hämeestä. In: Agro-Food 96. Agro-Food '96, Tampere, 12.–14.11.1996. Helsinki: Agro-Food ry. p. E3.
- & **Hägg, M.** 1996. Varastointi ei vain heikennä laatua – kaalin C-vitamiini säilyy kevääseen. Puutarha 99: 132–133.
- & **Ketola, J.** 1995. Kaalikoi viime kesän pahin tuholainen. Koetoiminta ja käytäntö 52(19.12.1995): 54.
- & **Ketola, J.** 1995. Vaihtoehtoja kaalin tuholaisen torjuntaan. Kasvinsuojelulehti 28(1): 12–15.
- & **Salo, T.** 1995. Uudesta typenmääritysmenetelmästä hyviä kokemuksia. Puutarha 98: 90–92.
- , **Kallela, M.** & **Ketola, J.** 1994. Tuholaiskokemuksia Pälkäneeltä : kaalikasvien tarpeenmukainen tuholaisstorjunta. Koetoiminta ja Käytäntö 51 (29.11.1994): 46–47.
- , **Kaukoranta, T.** & **Tahvonen, R.** 1995. Sipulin naattihomeen torjuntatarpeen arviointi. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. B45.
- Evers, A.-M.** 1994. The influence of fertilization and environment on some nutritionally important quality criteria in vegetables – a review of research in Nordic countries. Agricultural Science in Finland 3: 177–188.
- 1994. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun: kirjallisuustutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 4/94. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 22 p. ISSN 0359-7652.
- , **Ketoja, E., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Pessala, R.** 1997. Decreased nitrogen rates and irrigation effect on celery yield and internal quality. Plant Foods for Human Nutrition 51: 173–186.
- , **Tuuri, H., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Talvitie, H.** 1997. Soil forming and plant density effects on carrot yield and internal quality. Plant Foods for Human Nutrition 51: 283–294.
- , **Ketoja, E., Hägg, M., Plaami, S., Häkkinen, U. & Pessala, R.** 1998. Low nitrogen fertilization maintains the internal quality of swedes. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- Hannukkala, A.** 1996. Mõhõjuuri aiheutti tuhoja viime kesänä. Koetoiminta ja käytäntö 53(24.1.1996): 3.
- Jaakkola, S. & Sariola, J.** 1996. Riviruiskutus vihannesviljelmillä tulevaisuutta. Kasvinsuojelulehti 29(2): 44–46.
- , **Sariola, J., Talvitie, H. & Vanhala, P.** 1995. Torjuntamenetelmien monipuolistaminen kilpailuvaltiksi. Koetoiminta ja käytäntö 52(19.12.1995): 53.
- , **Sariola, J., Talvitie, H. & Vanhala, P.** 1995. Herbisidien käytön vähentäminen vihannesviljelyssä. In: Agro-Food 95. Agro-Food '95, Tampere. 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. B44.

- Jalli, H., Tikkanen, J. & Tiilikkala, K.** 1994. Lohkottaisten viljelytietojen hallinta ja hyväksikäyttö. In: Agro-Food '94. Agro-Food '94, Tampere, 15.–17.11.1994. Helsinki: Agro-Food ry. p. A56.
- Kaila, E.** 1998. Rikkakasvien liekitys vihannesviljelyllä. Työtehoseuran maataloustiedote 494. 6 p.
- Ketola, J. & Tiilikkala, K.** 1995. Kempit kuriin. Pelervo (1995):10b, 51–52.
- , **Lindqvist, B., Vasarainen, A., Vänninen, I. & Aaltonen, M.** 1995. Biologinen torjunta laajenee Suomessa – *Bacillus thuringiensis* -valmisteilla lupaavia uusia käyttökohteita. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. B13.
- , **Tiilikkala, K. & Talvitie, H.** 1995. Pyretroidit integroidun kemppitorjunnan avain. Puutarha 98: 496–497.
- Kinnunen, A. & Ahvenainen, R.** 1996. Porkkanan, kaalien ja sipulin CA- ja MA-varastointi. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A10. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 29 p. ISBN 951-729-473-5.
- Leivo, J.** 1997. Porkkanakempin täsmätorjunta. Kasvinsuojelulehti 30(3): 81.
- Pessala, R.** 1996. Sipulilajikkeet taimikasvatuskokeessa. Puutarha 99: 560–562.
- 1997. Varastokiinanakaali hyötyy myöhäisestä tyypillisäyksestä. Koetoiminta ja käytäntö 54(22.4.1997): 23.
- , **Tiilikkala, K. & Salo, T.** 1995. Avomaan vihannesten IP-tuotanto tutkimuksen kohteena. Puutarha 98: 494–495.
- Rahkonen, J., Vanhala, P. & Kaila, E.** 1998. Vihannesten rikkakasvien torjunta liekittämällä. Maatalousteknologian julkaisuja 22. Helsinki: Helsingin yliopisto. 70 p. + 3 liitettä. ISBN 951-45-8114-8. ISSN 1235-3957.
- Raisio, S.** 1998. Avomaavihannesten tuholais-tarkkailu. Puutarha & kauppa 2 (9): 3–4.
- Salo, T.** 1994. Kaalinlehtien typen siirtyminen seuraavalle viljelykasville. Koetoiminta ja käytäntö 51(29.11.1994): 44.
- 1994. Peltoon jäävän vihannesmassan typpi talteen. Leipä leveämmäksi 42: 30.
- 1994. Sipuli hyötyi typen sijoittamisesta. Leipä leveämmäksi 42: 27.
- 1994. Typpi – osa kokonaisuutta. Puutarha 97(10B): 7–8.
- 1995. Sipulin satotaso jää usein alhaiseksi. Koetoiminta ja käytäntö 52(25.4.1995): 18.
- 1996. Nitrogen budget in cabbage, carrot and onion production. NJF-Utredning. Rapport 114: 22–27.
- 1996. Simulated and measured nitrogen status in soil and in onion crop. Acta Horticulturae 428: 193–204.
- 1998. N uptake by cabbage, carrot and onion. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- (toim.) 1997. Laatuviannesten hyvät viljelymenetelmät. Tutkimusohjelman loppuseminaari. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja B12. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 34 p. ISBN 951-729-506-5
- & **Aaltonen, M.** 1995. Typen hyväksikäyttö avomaan vihannesviljelyssä. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. B47.
- , **Tiilikkala, K. & Aaltonen, M.** 1998. Management of *Brassica* crop residues to decrease N leaching, weeds and cabbage flies. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- Salonen, J. & Jaakkola, S.** 1997. Reduced herbicide doses in carrot production. In: The 1997 Brighton Crop Protection Conference Weeds: proceedings of an international conference held at The Brighton Centre & The Stakis Brighton Metropole Hotel, Brighton, UK, 17–20 November 1997. p. 891–894.
- Stenberg, M.** 1998. Avomaan vihannesviljelyn talous eri tuotantotavoissa. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja 21. Eura: Pyhäjärvi-instituutti. 85 p. ISBN 952-2682-20-4.
- 1998. The economy of good vegetable production in open cultivation. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- Suojala, T.** 1996. Varastoporkkanan sadonkorjuun optimointi vihannesviljelyssä. In: Agro-Food '96. Agro-Food '96, Tampere, 12.–14.11.1996. Helsinki: Agro-Food ry. p. P19.
- 1996. Mikä ratkaisee varastovihannesten laadun? Puutarha 99: 378–379.

- 1996. Myöhäinen korjuu - parhaiten säilyvät porkkanat. Puutarha 99: 380–381.
- 1996. Vad avgör kvaliteten hos lagergrönsaker? Trädgårdsnytt 50(13): 26–27.
- 1997. Anna porkkanan kasvaa. Koetoiminta ja käytäntö 54(23.9.1997): 40.
- 1997. Säilyvää sipulia varastoon oikealla viljelytekniikalla. Puutarha & kauppa 1(46): 10–11.
- 1997. Porkkanan ja kaalin kasvu hiipuu talven tullessa. Puutarha & kauppa 1(50): 4–5.
- 1998. Loppusyksyn kaalit maistuvat kevättälvellään. Puutarha & kauppa 2(3): 22.
- 1998. Oikea korjuu-aika vähentää varastoporkkanan hävikkiä. Puutarha & kauppa 2(7): 8–9.
- 1998. Viljelykierrolla on merkitystä. Puutarha & kauppa 2(9): 9.
- 1998. Senhöstens kål smakar också på vårintern. Trädgårdsnytt 52(3): 22.
- 1998. Sipuli kätkee kesän kasvun kuoren alle. Puutarha & kauppa 2(16): 4–5.
- 1998. Liian varhainen sadonkorjuu haitaksi sipulisadon säilyvyydelle. Puutarha & kauppa 2(20): 8.
- & **Pessala, R.** 1995. Varastovihannesten laadun kehittäminen ja hävikin minimoiminen. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. B43.
- & **Pessala, R.** 1996. Sipuli tyytyy niukkaannäköiseen. Koetoiminta ja käytäntö 53(19.11.1996):41.
- & **Pessala, R.** 1996. Kasvu- ja sadonkorjuuolojen vaikutus avomaanvihannesten varastokestävyyteen. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A9. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 34 p. ISBN 951-729-472-7.
- & **Pessala, R.** 1998. Sipulit maahan ajoissa - sadonkorjuuta voi odotella. Koetoiminta ja käytäntö 55(2): 4.
- & **Pessala, R.** 1998. Viljelytoimien vaikutus varastoitavan porkkanan, sipulin ja keräkaalin satoon ja laatuun. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 34. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 117 p. ISBN 951-729-511-1.
- & **Pessala, R.** 1998. Optimal harvest time of carrot and white cabbage for storage. In: Hägg, M et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- , **Pessala, R. & Heiniö, R.-L.** 1998. Effect of harvest time on sensory quality of white cabbage. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- , **Pessala, R. & Salo, T.** 1996. Kastelemalla lisää sipulisatoa. Puutarha 99: 254–255.
- & **Tahvonen, R.** 1998. Effect of crop rotation on storage diseases of carrot. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- Taivalmaa, S.-L. & Tiilikkala, K.** 1996. Monikäyttöiset kasvuston katteet. Omavarainen maatalous 15 (3): 8–9.
- Tiilikkala, K.** 1995. Onko laatu biologiaa, kemiaa vai tunnetta?. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. A66.
- 1996. Book Review. Drake, V.A. & Gatehouse, A.G. (eds.). Insect migration. Cambridge: Cambridge University Press. 1995, 478 p.) Integrated Pest Management Reviews 1(4): 267.
- 1998. IPM is an essential part of sustainable production and quality management of field vegetables. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- & **Vesakoski, O.** 1997. Aluskasvit lisäävät etanoiden määrää. Puutarha & kauppa 1(38): 10.
- , **Ketola, J. & Taivalmaa, S.-L.** 1996. Monitoring and threshold values for control of the carrot psyllid. IOBC/WPRS Bulletin 19(11): 18–24.
- , **Ketola, J., Talvitie, H. & Linnainmaa, M.** 1995. Monitoring and integrated control of carrot psyllid (*Trioza apicalis*). NJF-Utredning. Rapport 107: 3–5.
- , **Ketola, J., Talvitie, H. & Linnainmaa, M.** 1995. Monitoring and integrated control of carrot Psyllid (*Trioza apicalis*). Nordisk Jordbruksforskning 77(4): 80.
- , **Markkula, I., Ketola, J., Talvitie, H. & Aaltonen, M.** 1995. Kemppe käy pyydykseen. Puutarha 98: 420–421.
- , **Ojanen, H., Kaukoranta, T., Hannukkala, A. & Widbom, T.** 1997. Use of GIS-based forecasting and warning systems in plant protection. In: Proceedings of the Seminar. The Finnish-Estonian Seminar in Crop and Soil Science. Jokioinen 14th August 1997. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 10–12.

- , **Piirainen, A., Markkula, I. & Aaltonen, M.** 1996. Tuholaistarkkailu kehittyi vauhdilla. Puutarha 99: 460–461.
- , **Rantanen, O., Widbom, T. & Ojanen, H.** 1996. Gis-based forecasting and monitoring of pests in Finland. SP-Report 4(15): 97–103.
- , **Vasarainen, A., Koistinen, J. & Salonoja, M.** 1996. Monitoring of the migration of the diamond-back moth. Suomen geodeettisen laitoksen tiedonantoja 96: 78–81.
- , **Vasarainen, A., Nordlund, A., Koistinen, J. & Salonoja, M.** 1995. Tutkat apuna tuholaisten valvonnassa. Oma maa 41: 47–48, 1.
- , **Vasarainen, A., Nordlund, A., Koistinen, J. & Salonoja, M.** 1995. Tutkat osa tuholaisten ilmavaltontaa. In: Agro-Food '95. Agro-Food '95, Tampere, 13.–15.11.1995. Helsinki: Agro-Food ry. p. B46.
- Vanhala, P.** 1995. Rikat pois luomuporkkanasta. Pellervo (1995):10b, 50–51.
- 1996. Response of weed populations to flaming. In: Proceedings of Second International Weed Control Congress. Volume III. Copenhagen, Denmark 25–28 June 1996. International Weed Science Society, European Weed Research Society. p. 1115–1120.
- 1996. Thermal weed control - flaming and plant properties. In: NJF-teknik-96: Seminar nr. 268. p. 3–10.
- 1997. Flaming for weed control in vegetables. In: The Finnish-Estonian Seminar on Crop and Soil Science. Proceedings of the Seminar. Jokioinen, 14th August 1997. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 33–35.
- 1998. Rikkakasvien torjunta luomuvihannesviljelyssä – esimerkkinä liekitys. In: Salo R. (toim.). Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari. Esitelmät. Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari, Jokioinen, 25.–26.2.1997. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 33. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. p. 47–51. ISSN 1238-9935, ISBN 951-729-509-X.
- 1998. Effects of physical weed control on carrot and onion quality. In: Hägg, M. et al. (eds.). Agri-Food Quality II. Cambridge: Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-788-3. (in press).
- , **Rahkonen, J. & Laine, A.** 1995. Rikkakasvien liekitys - kemikaaliton vaihtoehto porkkanan ja sipulien rikkakasvien torjuntaan. Kasvinsuojelulehti 28(1): 25–26.
- , **Rahkonen, J., Kaila E. & Kallela, M.** 1998. Liekityksellä rikkakasvien torjuntaan. Koetoiminta ja käytäntö 55(3): 6.

| | | | |
|--|-----------------------|--|----------------------|
| | | Julkaisun sarja ja numero Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 43 | |
| | | Julkaisuaika (kk ja vuosi) Lokakuu 1998 | |
| Tekijä(t) Terhi Suojala & Raili Pessala | | Tutkimushankkeen nimi | |
| | | Toimeksiantaja(t) Maatalouden tutkimuskeskus | |
| Nimike Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät. Tutkimusohjelman loppuraportti. | | | |
| Tiivistelmä <p>Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät -tutkimusohjelman tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa, jolla avomaanvihannesten laatua voidaan parantaa ja viljelyn ympäristöystävällisyyttä lisätä. Tarkoituksena oli erityisesti luoda tutkimustietoa integroidun viljelyn tarpeisiin. Tutkimuksen osa-alueita olivat vihannespeltojen typpikierto, kasvinsuojelu, vihannesten laatu ja tuotannon taloudellisuus. Tutkimuksen lisäksi kehitettiin tiedonhallintaa ja -siirtoa.</p> <p>Typpikiertoa käsitelleessä osuudessa tarkasteltiin vihannesten satoonsa ottaman typen määrää ja typenoton rytmiiä. Lisäksi kehitettiin menetelmiä kaalipellon typpihävikin minimointiin. Tuholaisututkimuksessa luotiin alueellisia ja valtakunnallisia tarkkailupalveluita ja tiedonsiirtojärjestelmiä sekä laadittiin mallit porkkana- ja kaalikärpäsen riskinarviointiin. Ajantasaiset tuholaisen nusteet otettiin osaksi Agronet-palveluja. Rikkakasvitutkimuksissa keskityttiin torjunta-aineiden käyttömäärien vähentämiseen ja liekityksen kehittämiseen kemiallisen rikkakasvien torjunnan vaihtoehdoksi. Tulosten mukaan hyvissä ruiskutusoloissa torjunta-ainemääriä voidaan vähentää ja liekitys voi olla jopa kemiallista torjuntaa taloudellisempaa. Laatututkimukset osoittivat, että typpilannoituksen vähentämisestä ei ole haittaa vihannestuotteiden sisäiselle laadulle, mutta kastelun vaikutusta sisäiseen laatuun on syytä tutkia vielä lisää. Sadonkorjuuajan vaikutus vihannesten, erityisesti porkkanan, varastokestävyyteen osoittautui erittäin merkittäväksi. Taloustutkimuksessa ei havaittu selviä viljelytavasta johtuvia kustannuseroja eri viljelymenetelmissä, mutta kustannukset vaihtelivat huomattavasti kasveittain ja tiloittain.</p> <p>Tulosten perusteella laadittiin jo ohjelman kuluessa IP-tuotanto-ohjeet teollisuuden sopimusviljelyyn. Lisäksi tutkimustietoa käytettiin laadittaessa vihannesviljelyn ympäristötuen ehtoja. Lohkokohtaisen tiedonhallinnan kehittäminen loi valmiudet laajaan tiedonkeruuseen, jota voidaan jatkossa hyödyntää koko tuotantoketjun kehittämisessä ja tutkimuksessa.</p> | | | |
| Avainsanat avomaanvihannekset, integroitu viljely, kasvinsuojelu, rikkakasvit, sisäinen laatu, taloudellisuus, tuholaiset, typpi, varastointi | | | |
| Toimintayksikkö | | | |
| ISSN 1238-9935 | ISBN 951-729-525-1 | <input type="checkbox"/> Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä | |
| Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN Puhlin (03) 4188 7502 Telekopio (03) 418 8339 | | Sivuja 96 s. | Hinta 55,00 + alv |

Vammalan Kirjapaino Oy 1998
ISBN 951-729-525-1
ISSN 1238-9935